

معهد التراث العلمي العربي جامعة حلب ــ سورية



المحرران

أحمد يوسف الحسن مديد التراث العلمي العربي - جامعة حلب ادوارد س. كندي مديد التراث العلمي العربي - جامعة حلب

المحرر الساعد

حسكمت حمصسى معهد التراث العلمي العربي - جامعة حلب

هيئة المعررين

احمد يوسف الحسن جامعة حلب _ الجمهورية العربية السورية سامي خلف الحمارته مؤسسة سميشمونيان يواشنطن - الولايات المتحدة الامبركية وشحدي واشحان المراحة الاردنية _ ممان الحمد سليم سعيدان الجامعة الاردنية _ ممان عبد العميد صبرة جامعة هارفارد _ الولايات المتحدة الامبركية الولاود س. كنماي مركز البحوث الامريكي بالقاهرة _ مصر دولاك هي حسل لندن المحلكة المتحدة

هيئة التحرير الاستشارسان

سلاح أحمد جامعة دمشق - الجمهورية العربية السوريه البرق وكي اسكندر مهده ويلكوم لتاريخ الطب بلندن - انكلترا ييسر باخسمان المعهد الالماني ببروت - لبنان دافيله بينجسري جامعة براون - الولايات المتحدة الاسركية رفيسه تاتسون الاتحاد الدولي لتاريخ وفلسفة العلوم - فرنسا فسؤاد سسركمين جامعة فرانكفورت - المانيا الاتحادية عبد الكريم شعادة جامعة حلب - الجمهورية العربية السورية محمسله عاصمي اكاديمية العلوم في جمهورية تاجكستان - الاتحاد السوفياتي توفيق فهسله جامعة متراسبورغ - فرنسا خوان فيرقية جيس جامعة برشلونة - اسبانيا جسون مسردوك جامعة هارفارد - الولايات المتحدة الامركية راينس وابعة الاعبركية والنسو والمنادية العلم، جامعة همبولدت، برلين - ألمانيا والنسو والمنادية الامركية المسلمة - ايران

تعدد مجلة تاريخ العلوم العربية عن معهد التراث العلمي العسربي مرتين كل هام (في فعسلي الربيسع والخريف) • يرجي ارسال نسختين من كل بحث أو مقسال الى : معهد التراث العلمي العربي ـ جامعة حلب ،

فيسللي هارتسنو جامعة فرانكفورت ألمانيا الاتحادية

توجه كافة المراسلات الماصة بالاشتراكات والاحلانات والأسبور الادارية الى المعنوان تفسه • يرسل المبلغ المطلوب من خارج سورية بالسدولارات الاميركية بموجب شيسكات باسم الجمعية السورية لتاريخ العلوم

قيمة الاشتراك السنوي :

المجلد الاول أو الثاني (۱۹۷۷ ، ۱۹۷۷) بالبريد المادي المسجل: ٢٥ ليرة سورية أو ٦ دولارات امبركية

بالبريد الجوي المسجل: ٤٦ أبير تا و ١٠ دولارات أميركية المجلد الثالث (١٩٧٩)

بالبريد (لعادي المسجل: كافة البلدان العربية ١٩ دولارات أميركية المبديد الجوي المسجل: البلاد العربية والاوروبية ١٢ دولارا أميركيا

إسيا وافريقيا الولايات المتحدة ، كندا واستراليا ١٧ دولارا أميركيا



تشرين الثاني ١٩٧٩

المدد الثاني

المجلد الثالث

بمتويأت العدد

الايعباث :	
عبد الحميية صبرة : مقالة الحسن بن الهيثم في حل شكوك حركة الالتفاف	TAT
تلخيص وبقامة بالانكليزية	YIY
رشاي راشه : ابن الهيثم وعمل المسيح	TIA
هرامة وتطيق بالفرنسية مع ترجعة فرنسية الرمالة الثانية	113
منغصات الابحاث المتشورة في القسم الاجتبي	
ا حـ من . كندي و م – ت . دبرنو : منهج الكائبي غير العملي في تحديد ارتفاع الشمس	144
فرنارد فولي وكيث بوي: دفاعاً عن «كتاب النار»، السيمياء العربية وروجربيكون وإدخال البارود إلىالغرب ٩٩	***
لويس غارسيا – بلمنتر : تداول المخطوطات الطبية العربية واستخدامها في اسبائيا في خلال القرنالسادس عشر 🔞	4.0
خوليو سيمو : التعلور للبكر للتنجيم في الأندلس	711
ديفيد كهتج : في التاريخ المبكر للاسطرلاب الشامل لجميع العروض في الفلك الاسلامي وأصل كلمة a الشكائرية a في اللغة العربية العلمية في القرورة الوسطى	714
مقالة قصيرة واعلائات :	
عادل أنهويا : ملاحظة حول تمطوطة للإقليدس	44+
طه كيالي ؛ تأبين الدكتور محمد مجمين الهاشسي	TTT
مراجعات الكتب	
و الثقافة الا سبانية ـــ العربية في الثمر ق والغرب و خموان فرنت مراجعة حكمت حمصي ٢٤	TYE
الشاركون في هذا العند	TTT
ملاحظات بُنْ يرقب الكتابة في المجلة	
فهرمن المجلد الثالث (١٩٧٩)	



لغة رياضية مجردة نحل فيها النقط والدوائر المسطحة محلي الكواكب والأفلاك المجسمة . ولكن بطلميوس في كتاب و الاقتصاص و الذي دونه بعد كتاب و المجسطي و قام بمحاولة لوصف ثر تيب الأجسام الكرية التي تلزم عنها الحركات المثبئة في و المجسطي و . ولم يكن بطلميوس موقة كل التوفيق في هذه المحاولة ، فتعرض كتاب و الاقتصاص و لكثير من النقد في العالم الإسلامي ، كما نرى مثلاً في كتاب و الشكوك على بطلميوس و لابن الحيم وفي مصنفات غيره من الفلكيين مثل نصير الدين الطوسي في القرن الثالث عشر الميلادي وابن المساطر في القرن التافي . وابن الهيم في كتاب و الشكوك على بطلميوس و يشير أكثر من مرة إلى حركة والالتفاف و ، ولكنه في مقالة و حركة الالتفاف و المفقودة وصف هيئة مجسمة تفي في رأيه بهذه الحركة . وينبئنا نصير الدين الطوسي الذي اطلع على هذه المقالة أن ابن الهيم زاد في كل تدوير كل من الزهرة وعطارد في كل تدوير كل من الزهرة وعطارد ترين ، بحيث ينتج عن حركات هذه الكرات ما وضعه بطلميوس في و المجسطي و كتوبن أخريين ، بحيث الكواكب .

ويقول ابن الهيثم في مقالة با حل شكوك حركة الالتفاف به التي ننشرها في هذا العدد إن الذي يسميه أصحاب التعاليم حركة الالتفاف هو حركة فلك التدوير حول الدائرة الصغيرة ، وهذه الحركة تتركب من عدة حركات ويحدث منها خط ملتف على كرة فلك التدوير . . . وهذه الحركة يحتاج إليها أصحاب التعاليم حاجة شديدة لأن منها يتحصل حركات الكواكب في العرض . » وهنا يشير ابن الهيئم خاصة إلى فرضين لبطلميوس : أولهما أن طرف قطر فلك التدوير المار باللروة والحضيض في جميع الكواكب المتحيرة يدور على عيط دائرة صغيرة قائمة على سطح القلك المائل بحيث ينتج عن ذلك اختلاف » ميل » سطح دائرة التدوير على سطح القلل المائل . والفرض الثاني أن القطر القائم على هذا القطر الأول ، ويسميه الإسلاميون و القطر الثاني » يدور هو الآخر على محيط دائرة صغيرة فيلزم عن دورانه اختلاف ما يسمى « بانحراف » دائرة التدوير . وهذا كله أدى بابن الهيئم إلى إضافة كرتين لحركة انحراف القطر الأول في جميع الكواكب المتحيرة وكرتين أخريين لحركة انحراف القطر الثاني في تدوير الزهرة وعطارد .

وابن الهيثم في هذا و الحل » للشكوك التي أثارها أحد معاصريه المجهول الاسم يعطينا فكرة عما ذهب إليه في المقال المفقود الذي نرى أنه كان ذا أثر في البحوث الفلكية اللاحقة 420

على ابن الهيثم ، ونخص بالذكر نصير الدين الطوسي وابن الشاطر . وبالإضافة إلى ذلك فمقال ۵ حل شكوك حركة الالتفاف r مثال على النقاش ألعلمي في عصر ابن الهيئم . ومن ثم يجدر بنا العناية بتفهمة ودرسه وترجو أن تكون مهدنا لذلك بتحقيقه ونشره .

الرموز المستخدمة في جهاز التحقيق

ب : مخطوط مكتبة برلين الشرقية رقم ٢٩٧٠ .

ع : مخطوط عاطف رقم ۱۷۱۴ (اِستانبول)

ن : مخطوط المتحف الأسيوي ، شرقي ب ١٠٣٠ (ليننغراد)

نه : زائد ني

- : ناقض من

فا: قوق السطر في

ها : هامش

[١١٥ ع ١٣٩ ع ١٣٩ ع]

قول للمسى بن الهسى بن الهيثم في عل شكول عركة الالتفاف

وقفت على شكوك مولاي الشيخ – أطال الله بقاءه ٣ – وتأملتها ، فتبين لي أولا من ٣ تضاعيف كلامه فيها أنه قد استعمل ثلثة عماني همي التي شككته وعدلت به عن إضاءة الحتى إلى ظلمة التشكيك ".

> ١ - مثالة : ع ، ب . ٢ - أطال الته يقام] - ع ، ب . ٣ - قي : ع . غ - ثلاثة : ع ، ب . ٣ - معان : ٣ . الشكلك (؟) : ن = الشكلك : ب .

فهذا أحد الشكوك وقد بطل.

وأما ١١ قوله إن قطر فلك التدوير المقاطع للقطر الذي عليه البعد الأبعد والبعد الأقرب ينحرف كما ينحرف ١٢ القطر النظير له في حركني الزَّهرة وعُطارد فإنه مخالف لما فرضه بطلميوس . لأن بطلميوس [ن ٣ ظ] فرق بين هذا القطر في الكواكب الثلثة ١٧ وبينه في الكوكبين الباقيين بقوله ٥ فأما أقطار أفلاك التداوير القائمة ١٤ على زوايا قائمة على الأقطار التي تقدم ذكرها فإنها في الكواكب الثلثة ١٥ تبقى كما قلنا أبداً موازية لسطح ١٦ فلك البروج ١١ فيقوله ١ تبقى ١٢ أبداً ١٠ قد نفي ١٨ ألحركة عن هذا القطر . فأما قوله ١١ وإن انحرفت كان انحرافها لا قدر له يُعتد به ١١ فإنه بريد أن فلك التدوير إذا تحرك على يحيط الفلك الخارج المركز فلا بد أن بتغير وضع هذا القطر بالقياس إلى فلك البروج . فهذا هو الانحراف الذي اعتقد أنه لا يعتد به لا أن له حركة انحراف مثل حركة قطري الكوكبين الباقيين . وهذه اللفظة هي من ألفاظ بطلميوس التي أخذها مولاي الشيخ على ظاهرها — أعني قول بطلميوس ١١ وليس الأمر كذاك أ.

والذي يدل على أنه ليس لهذا القطر حركة انحراف هو أنه لو كان له حركة انحراف لكان بطلميوس قد ذكر [ن ٤ و] مبدأها وانتهاءها ٢٠ كما ذكره في قطري الكوكبين الباقيين ، وليس في حركات هذه الكواكب الثلثة ا ضرورة تدعو إلى أن يُعتقد أن لها احركة انحراف . فتخبأه ٣ لانحراف هذا القطر وأنه على مثل قطري الكوكبين الباقيين هو فضل لا يُحتاج إليه . والذي قاده إلى هذا الاعتقاد هو أنه فرضه في سطح فلك البروج في وقت كون فلك التدوير في العقدة فاعتقد من أجل ذلك أنه انحرف . وهذا القطر قد

يمكن أن يحصل في سطح فلك البروج عند كون فلك التدوير في العقدة من غير انحراف .

[ع ١٤١ و] وذلك أن هذا القطر هو أبداً والقطر الذي يمر بالبعد الأبعد والبعد الأقرب في سطح واحد وهو سطح فلك التدوير ، فإذا صار سطح فلك التدوير في سطح فلك البروج من غير انحراف . وهو ممكن أن يصير سطح فلك التدوير في سطح فلك البروج بحركة فلك التدوير حول الدائرة الصغيرة . وإنما قال بطلميوس في هذا القطر ، يبقى كما قلنا أبداً موازيا لسطح [ن ٤ ظ] فلك البروج من غير أن يتحوك حركة فلك التدوير على العقدة صار هذا القطر في سطح فلك البروج من غير أن يتحوك حركة انحراف . فليس لهذا القطر في الكواكب الثلثة انحراف ، ولا في حركات هذه الكواكب أمارة توجب انحراف هذا القطر .

ثم قال من بعد هذا الكلام والذي يحصل في نفسي من كلام بطلميوس أن سطح فلك التدوير لا يمكن أن يكون وقتاً من الأوقات في شيء من الكواكب الخمسة في سطح الفلك الخارج المركز ، لأن كل سطح فلك تدوير يتفنى ميله عند نهاية المحرافه ويفنى انحرافه عند نهاية ميله ويجتمع فيه الانحراف والميل في مسيره بين المواضع التي يعرض ذائك فها. . »

وهذا قول منتقض في نفسه ۱۱ ، لأنه قال لا والذي ۱۲ يحصل في نفسي من كلام بطلميوس ، ثم قال لا لأن كل سطح فلك تدوير ۱۳ يفني ميله عند نهاية انحرافه ويفني انحرافه عند نهاية ميله ، ولم يقل بطلميوس هذا القول في جميع أفلاك التداوير ، وإذا لم يكن بطلميوس قال هذا القول في جميع أفلاك التداوير فما فقهم هذا [ن ه و] المعنى من كلام بطلميوس وإنما هو ۱ استشعار استشعره ثم لم يشك في صحته ، وهذا هو مسدن الاستشعارات التي قد مد و هذا هو مسدن

فهذا الشك أيضاً قد بطل ، لأن العلة التي قادته إلى هذا الشك قد بطلت ، وهي اعتقاده

بالأرض وليس يمكن ذلك في حركة فلك التدوير ، وذلك أن حركات الأفلاك الحارجة المراكز الَّي تتحرك حركة الطول في الكواكب الثلثة عيلُها أبداً في جهة * واحدة ، وليس تنتقل سطوحها فتميل تارة إلى الشمال وتارة إلى الجنوب ، وهذه الكواكب فقط هي التي يصح فيها⁷ الفرض^٧ الذي فرضه بطلميوس. وسطح فلك التدوير قد فرضه بطاميوس يميل قبل^ القرب الأقرب من سطحه تارة إلى جهة الشمال عن سطح الفلك الخارج المركز وتارة إلى الجنوب ، وكذاك ما يلي البعد الأبعد من سطحه . وأيضًا فإن منشورات الطول ندور؟ حول مركز العالم فيس يبعد بعدها الأبعد عن مركز العالم ولا يقرب منه ٢٠ . وليس كذلك [ع ١٤٢ ظ] فلك التدوير ، لأن فلك التدوير إذا دار على محور قائم على سطح الفلك الخارج [ن ٧ و] المركز قرب بعده الأبعد من مركز العالم . وإذا ١١ فرض لفلك التدوير منشور على الصفة التي ذكرناها١٣ ، وكانت قاءدتا الأعظم فيهما١٣ المحرك للأصغر موازيتيز ١٤ لسطح أغلك الحارج المركز ، وكان المنشور الأصغر محصوراً في داخل المنشور الأعظم ، وكان الأصغر ماثلاً . فإن المنشور الأصغر إذا دار على محور الدائرة الماثلة كان ١٠ وضع الدائرة المائلة أبداً وضعاً واحداً وميلها ميلاً واحداً وفي جهة واحدة ، أعني أنه بكون ما يلي البعد الأبعد من الدائرة الماثلة ماثلاً أبداً إلى جهة واحدة من جهتي سطح الفلك الحارج المركز وما يلي البعد الأقرب منهما١٦ ماثلاً ١٧ إلى جهة واحدة وهي الجهة المقابلة لجهة البعد الأبعد ، فلا يصير البعد الأقرب من سطح فلك التدوير بهذه الحركة تارة في جهة الشمال عن سطح الفلك الحارج وتارة في جهة الجنوب عنه ، وكذلك العد الأبعد .

وأيضاً فإنه إذا دار المنشور الأعظم حول محوره القائم على قاعدتيه الموازيتين لسطح

```
٣- سعرك: ن=يتعرك: ع.
                                                                   · 2-- Y
                    ه - سعة : ع ، ب .
                                                             ۽ - الثلاثة ; ع ، ب .
٧ - العرص : ن = العرض : ع = العرض : ب.
                                                             ې – مثها و ځ ه ميد .
                                                 ٨ – يميل قبل ] يمل : ٥ = قبل : ٤ ،
                        · 2: do - 10
                                                                4 - stee : 3 .
      ١٢ - د كرناها ؛ ن = ذكر ؛ ع ، ب .
                                                           ١١ - فاذا يع عب.
                                                             ١٢ - سيا : ع ، ب .
                    ١٤ - مواز : ع ، ب .
                                                             ١٥ - فال يع عب
                     ١٦ - منها ۽ ۾ ۽ پ
                                                                 ١٧ --- ع ، ب.
```

[ن ٧ ظ] الفلك الحارج المركز فإنه يدور معه المنشور الأصغر ، لأن قاعدتي المنشور الأصغر ليستا موازيتين لقاعدتي المنشور الأعظم ، فتتحرك كل نقطة^١ من المنشور الأصغر على محيط داثرة موازية لقاعدتي المنشور الأعظم ، فيتحرك البعد الأبعد من فلك التدوير والبعد الأقرب منه على دائرتين موازيتين لسطح الفلك الحارج المركز ، ويكون أحدهما أبدأ في جهة الشمال عن سطح الفلك الخارج المركز والأخرى في جهة الجنوب عنه ، فيكون ميل البعد الأقرب من فلك التدوير بهذه ١٠ الحركة أيضاً أبداً في جهة واحدة عن سطح الفلك الحارج المركز ، وكذلك البعد الأبعد . فيكون ميل البعد الأقرب من فلك التدوير بالحركتين جميماً أبدآ في جهة واحدة عن سطح الفلك الحارج المركز ، وكذلك البعد الأبعد يكون ميله [ع ١٤٣ و] أبدأ بالحركتين جمعياً في جهة واحدة عن سطح الفلك الحارج المركز ، فلا يصير البعد الأقرب من فلك التدوير تارة ماثلاً إلى جهة الشمال عن سطح الفلك الحارج المركز [ن ٨ و] وتارة إلى جهة الجنوب عنه ، وكذلك البعد الأبعد . وهذا خلاف ما فرضه يطلميوس لحركة فلك التدوير .

وأيضاً فإنه إذا ٢٠ تحرك المنشور الأعظم حول محوره وحوك معه المنشور الأصغر وتحرك البعد الأبعد والبعد الأقرب من فلك التدوير على دائرتين موازيتين لسطح الفلك الخارج المركز فإنه يصير البعد الأبعد لفلك التدوير تارة هو البعد الأقرب وثارة هو البعد الأوسط ، وكذلك البعد الأقرب يصير تارة هو البعد الأبعد وتارة هو البعد الأوسط ـــ وهذا محال فاحش . ومع ذلك فإن طرف القطر الذي هو البعد الأقرب يكون متحركاً على دائرة كبيرة موازية لسطح الفلك الخارج المركز ، لا على دائرة صغيرة قائمة على سطح الفلك الخارج المركز ، وليس يتحرك قطر فلك التدوير حول دائرة صغيرة فائمة على سطح الفلك الحارج المركز * ويتحرك معه سطح فلك التدوير إلا بحركة جسم يدور على محور الدائرة الصغيرة الذي هو في سطح الفلك الخارج المركز .

فإن فرض المنشور الأعظم يتحرك على محور [ن ٨ ظ] الدائرة الصغيرة الذي هو في سطح الفلك الخارج المركز لزم منه أن تخرج قاعدتاه عن موازاة سطح الفلك الخارج

١٨ - فتتحرك كل لقطة] فيتحرك كل تطنة : ع .
 ٢٠ - ٢٠ ١٩ - تهاد : ع ، ب .

١ - + وليس : ع .

۴ - لزم منه آن تخرج] ولزم ان يخرج : ع ، ب .

فلك البروج ، وهي الأقطار التي عليها يوجد البعد الأبعد والبعد الأقرب الذي يُعرى من كل واحد منها لا » . ثم قال من بعد ذلك « فلم يقرض بطلميوس الحركة إلا لأطراف الأقطار التي تحاذي * مركز فلك البروج ، وقوله – يعني بطلميوس – إن هذه الأقطار تدور * معها سطوح أفلاك التداوير يدل على أن هذا القطر بعينه يتحرك على الدائرة الصغيرة ، وهو أبداً لارم لمحاذاة مركز هنك البروج من غير تبديل ولا مفادرة * ا » .

وهذا الكلام كله يدل على أنه — حرسه الله — لم يتأمل كلام بطلميوس ولا لاحظ غرضه في قوله و ونضع ميول أفلاك تداويرها أ بحسب أقطارها المحاذية لمركز فلك البروج وهي الأقطار التي عليها يوجد البعد الأبعد والبعد الأقرب الماكي يُترى من كل واحد منها ١٢ ع .

وهذا [ع ١٤٤ ظ] الكلام ، أعني كلام بطلميوس ، هو من الكلام الذي أخذه مولاي الشيخ على ظاهره ولم يتأمله ولم يتأول فيه ، فاعتقد أن القطر المائل يكون أبداً محاذياً لمركز فلك البروج . والدليل على ذلك قوله « يدل على أن هذه القطر يتحرك على الدائرة الموج أنداً لازم لمحاذاة مركز فلك البروج من غير تبديل ولا مغادرة ٥٠٥ . وهذا الاعتقاد هو من استشعاراته التي قد مت ذكرها ، [ن ١١ و] أعني أنه لا سلك فيها ويريد أن يكون الجواب موافقاً لها ، لأن قوله لا وهو ١١ أبداً لازم لمحاذاة مركز البروج من عير تدبيل ولا مغادرة ١٠٧ » يدل على أنه قد تيقن هذا الاعتقاد وتحققه ولا يشك فيه . وهذا الاستقاد هو في نهاية الفساد والاستحالة ، وأن أبين دلك نالبرهان الذي لا شك الم عيه وهو أن كل خط يتحرك حركة مستديرة متصلة ونقطة منه ثابتة فديس يكون ١٩ محاذياً في جميع زمان حركته لنقطة ثابتة غير النقطة التي هي منه . وهذه قضية كلية وأنا أبينها ٢٠ في قطر علك التدوير :

فلنتوهم! قطر فلك التدوير الذي يدور حول الدائرة الصغيرة في وقت كونه خارجاً عن سطح فلك البروج قد امتد على استقامة ، فهو ينتهي إلى سطح فلك البروج ، لأن سطح الدائرة الصغيرة إذا انبسط فهو يقطع سطح فلك العروج في جميع أوضاع الدائرة الصغيرة؟ . لأن سطيع الدائرة الصغيرة هو أبداً قائم على سطيع القلك الحارج المركز ، والقلك الخارج المركز [ن ١١ ظ] ماثل على سطح فلك البروج ، فالقطر* المتحرك حول الدائرة الصغيرة رِذَا مَنْدُ هَلِيَاسْتَقَامَةً فَهُوثُ يُنْتَهِي إِلَى سَطِّحِ فَلْكُ الْبَرُوجِ وَيَقْطُمُهُ وَيُتْحَاوِزُهُ ، فَإِذَا انْتِهِي هَذَا القطر إلى سطح فلك البروج وقطعة وتجاوزه ثم تحرك حول الدائرة الصغير î حدث من حركته غروطٌ رأسُهُ مركز قلك التدوير ، وسطح فلك البروج يقطع هذا المخروط على تصاريف الأحوال إذا امتد المخروط في جهة سطح فلك البروج لآن قطر فلث° التدوير المتحرك حول الدائرة الصغيرة ليس يكون موازياً لسطح فلك البروج لأنه يقطع أبداً سطح الدائرة الصغيرة القاطع أبداً لسطح فلك البروج فهو أبداً يقطع سطح فلك البروج إلا في وقت كون٦ فلك التدوير في العقدة ، فيكون الفصل المشترك بين سطح فلك البروج وبين سطح هذا المخروط قبطُماً من قطوع المخروط ويكون مركز هلك البروج إما في داخل هذا المخروط وإما [ع ١٤٥ و] خارجاً عنه وإما على محبصه لأن مركز الدائرة الصغيرة إن [ن ١٢ و] كان على الحط الواصل بين مركز فلك البروج وبين مركز فلك التدوير فمركز فلك البروج ليس يكون إلا في * داخل القطع ، وإن^كن مركز الدائرة الصغيرة خارجاً عن هذا الحطُّ أمكن أن يكون مركز فلك البروج في وقت من الأوقات على محبط القطع ۗ وأمكن أن بكون في وقت من الأوقات خارجاً عن محيط القطع ، فقطر ١٠ فلك انتدوير إدا تحرك فليس يحاذي إلا محيط القطع الذي يحـــدث في سصح١٦ فلك البروج ويكون في كل ٦ ن١٢ محاذياً لتقطة منه ، فالقطر المتحرك إما أن لا يحاذي مركز فلك البروج في وقت من الأوقات

صبح وتحرر وبطل معه الشك المدينخيله واستشعره وراء عن الطريق المستقيم من مخيله . This K sel ek song since each this this [is at a] tall the settingen . etc. محالان . قالرئيب الماي رتبته الدائرة المحيرة وللقطر المنحرك حولها هو الديب المعميع * عبدل الدائرة الصغيرة أو تكون حركة فلك التدوير حول مركز العالم – وهذان المعنبان تتبدل . فلو كان مركز المدائرة الصغيرة على القطر الذي بحرج من مركز العلم للزم الذ الي تحرج من مركز العالم إلى مركز فاك التعوير التي إليها تقاس اليول المحسوسة فإلها حي إذا تحرك الطلب الحامل وحرك طلك التدوير نحرك الدائرة الصغيرة . قام الخطوط ومتصلة ٢ . وليس يمكن أن يكون مركر الدائرة الصغيرة إلا على قطراً الفلك الحامل أن نكون هر كة القطر المشعرك إلا حول دائرة واحماة صغيرة بعينها لنكون الحمر كة سبطة حول الدائرة الصغيرة التي سركرها على قطر الفلك الخارج المركز الحامل . وليس بمكن القطر المحادي الركز معدأل المسير الذي عليه أمدأ البعد الأمد وألعد الأقرب المحققين المنحرك عن القطر المحاذي لمركز ظك البروج . وعاة هذا الميل [ن 1 ط] هو حركة يكون ميل "لقطر المتحرك مقيمًا إليه ؛ فالميل المحسوس القيس بالأرحماد هو ميل القطر قاك التدوير ، فيحدث من ذاك الله قطر ١٧ الماك التدوير محاذيً ١٨ لمركز فلك البروج ظله التدوير ويتمهي إلى السطح الأعلى من كرة ٢/ ظلك التدوير في كل ونحع من أوصاع على عبط الدائرة الصغيرة . ومع ذلك فإنه يُنحيل أمدًا خط خل ع من مركز العالم إلى مركز مركز الدائرة الصغيرة معه ، وتحركت / الدائرة المسغيرة معه ، وكان القطر المتحرك أبدأ عيط الفلك الخالج المركز الحامل [ع ٢١١] تجرك تقطر الفلك الحامل الذي عليه هو "لذي طرقاه البعد الأمعد والبعد الأقرب المحقَّقَين . مُم إذا تحرك فلك التدوير حول

ثم قال من * بعد ذلك ؛ فهذه الشكوك هي ١٠ الَّتي نحتاج ١١ إلى حسه وتحقق ١٢ الأصول التي لا يشك فيها » . والجواب عن هذا القول هو أن الشكوك قد انحلت وتحققت الأصول ولم يبق فيها شيء من الشكوك

ثم قال من بعد هذا القول ۽ ثم إني أقول من بعد هذا كله إني لم أفهم من هذه المقالة ولا من كتاب الاقتصاص ١٣ غير حركات كرات الاعلى بعضها ببعض ، وتُحرَّك الحارجة الداخلة إذا اختلف المحوران ، ثم تتحرك الداخلة بحركة تخصها . [ع ١٤٦ ظ] فإل كانت هذه الحركة هي حركة الالتفاف فهي التي فرضها بطلميوس في الأجسام التي وضعها في كتاب الاقتصاص . فليم قال إن أرسطوطاليس ١٣ قال بحركة الالتفاف ، ولم يعترف ١٤ أنه هو أيضاً نفسه قد قال بها ، ١

فالجواب عن هذا القول: أما قوله « لم أفهم من هذه المقالة ولا من كتاب الاقتصاص [ن ١٥ ظ] غير حركات أكر يحيط ١٧ بعضها ببعض « فرخواب عنه أن الذي فهم من حركات الكرات المحيط ١٨ بعضها ببعض هو حركة الالتفاف . وإنما اعتقد أن هناك شيئً ١٩ آخر هو حركة الالتفاف هو معنى عامض شيئً ١٩ آخر هو حركة الالتفاف هو معنى عامض خفي وفي نهاية العسر وليس الأمر كذلك . والعلة في هذه الاعتقاد هو اعتذار بطلميوس من هذه الحركة ٢ وجب أن تكون في غاية العسر والحفاء وإنما اعتذار منها لأنها أعسر من حميع الحركة ٢ وجب أن تكون في غاية العسر والحفاء وإنما اعتذار منها لأنها أعسر من حميع الحركات التي تقدم ذكرها في المجسطي ١ . وأما ٢ قوله « من هذه المقالة ومن كتاب الاقتصاص » فإن جوانه أن الذي

```
ه ۱۰ - على ب ك = محتاج : ج .

۱۹ - حكي ب ك = محتاج : ج .

۱۹ - و عمي : نا يت و تحتى : ج .

۱۵ - - ع .

۱۹ - - ع .

۱۹ - يسرف (؟) . ن = يسرف : ع .

۱۷ - سركات أكر تحيط ] - ركات عميط : ن .

۱۸ - المحيط : ج ، ب

۱۸ - المحيط : ج ، ب

۱۸ - ويس إذا ... هذه الحركة ] - ع ، ب .

۱۸ - ويس إذا ... هذه الحركة ] - ع ، ب .

۱۸ - ويس إذا ... هذه الحركة ] - ع ، ب .

۱۸ - ويس إذا ... ه المجسطي ] - ع ، ب .
```

فهيم من هذه المقالة ليس هو الذي فهيم من كتاب الاقتصاص لأن بطلميوس لم يشرح هده احركة في كتاب الاقتصاص ولا تأتى الترتيبها , فلو كان مولاي الشيخ فهمها من كتاب الاقتصاص لما كان يحتاج أن يسئلني أعنها . فإن كان فهيم حسركات الكرات المحيط عصها بعض فما فهمها إلا من مقالتي التي عنده . وليس يصح أن تكون حركة إن 17 و] الالتفاف التي أشار إليها بطميوس التي يكون منها حركات العرص للكواكب الحمسة إلا على اهيئة التي ينيتها والتفصيل الذي فصلته ، وهي هيئة الا يعرض فيها شيء من المحالات ولا ينزمها شيء من الشناعات ، ويتولد منها للكوكب محركة يتحدث بها من حركة مركزه خط متخبل كأنه ملتف على حسم الكرة الصغرى المحركة لحرم الكوكب . ولالتفاف هذا الحط على جسم فلك التدوير سنميت هذه الحركة حركة الالتفاف لا تعرى .

أما قوله لا فلم قال إن أرسطاطاليس قال بحركة الالتفاف لا فالجواب عنه أنه يويد أن رُسطاطاليس أ قال بهذه الحركة ، يعني أنه استعمل هذا النوع من الحركات ، ولم يُرد أنه استعمل نفس الحركة التي أشار إليها بطلميوس التي هي حركة فلك المتدوير . وذلك أن الحركة التي يقال إن أرسطاطاليس أ استعملها وقال ألم بها التي قيل إنها حركة الالتفاف هي ألم تتركب أ من جميع حركات الكواكب مثل حركة الشمس التي هي [ن ١٦ هي] مركبة من حركتها أمن المشرق إلى المغرب على ما يراه أرسطاطاليس أ ومن المحركة من الشمال إلى الحنوب ، وهذه [ع ١٤٧ و] الحركة هي التي تتركب أ عند أصحاب التعاليم من حركة الشمس من المغرب إلى المشرق على قطبي فلكها ومن تحرك الكل

```
    إلى الاستالي و ع .
    الحيطة و ع ، ب .
```

۴ - ڏڏا: د ـ يائي: ع .

١٢ - ٤ الحركة: ٩، ب.

ه ۱ – من حركتها] قان .

٧ - (فيا ؟) ٠ ٠ .

۹ - ارسطاطیس ، د = ارسطو ؛ ح ، ب .

۱۱ – ارسطاليس ؛ ت 🖚 ارسموطالس ؛ ع .

^{7 -} سه : د= -ع.

٨ - الكو كب ، ع .

١٠ – ارمطو . غ ، پ

۱۲ – وملك : ع ، ب

۱۱ – ترکب ع

١٦ - ارسطاليس ؛ ن = رسطو ، ع ، ب .
 ١٧ - من ؛ ع .

۱۸ – ترکب ع

له ١٩١١ من المشرق إلى المغرب . وبكني ٢٠ الوجهين يحدث لمركز الشمس حركة على خط لولبي ملتف على فلكها أحد طرفيه عند تقطة الانقلاب الصيفي و لآخر عند نقطة الانقلاب الشنوي ، وهو ملتف على فلك الشمس ، وهو شبيه بالحمد الذي يحدث من حركات كرات فلك التدوير التي رتبت لحركة الالتفاف . فحركة الالتفاف التي يقال إن أرسطاطاليس استعملها هي لحركة التي تتركب من جميع حركات الكواك .

وذكر مولاي الشيخ في رُقعته أنه أحضر كلام أرسطاطاليس؛ ففهم منه حركة الالتفاف على خلاف ما فهم من المقالة ، ويشه أن يكون فهم من كلام أرسطاطاليس المنه الحركة التي دكرتها الآن . وهذه الحركة لا يذكرها أصحاب التعاليم ولا يستعملونها لأنهم لا يحتاجون إليها . والذي يسميه أصحاب التعاليم حركة [ن ١٧ و] الالتفاف هو حركة قلك التدوير حول الدائرة الصغيرة ، وهذه الحركة تتركب من عدة حركات ويحدث منها خط ملتف على كرة قلك التدوير ، وإلى هذه الحركة أشار عللميوس في كتاب الاقتصاص ، وهذه الحركة يحتاج إليها أصحاب التعاليم حاحة شديدة لأن منها يتحصل حركات الكواكب في العرض .

وَإِنَمَا ١٠ فَهَمِمه مُولاي الشّيح من كلام أرسطاطاليس ١١ غيرٌ ما فنّهمه من المقالة ، لأن حركة الالتفاف التي أشر لأن حركة الالتفاف التي أشار إليها أرسطاطاليس ١٣ هي غير حركة الالتفاف التي أشر إليها بطلميوس ، وهما يشتركان في الاسم لأنهما من نوع واحد ، وإنما استشهد ١٣ بطلميوس نقول أرسطاطاليس ١٤ في حركة ١٠ الالتفاف لأن الحركتين من نوع واحد .

```
۹۹ – مها , ع ، ب ,
۱ - عل فلکها ,, رهو ملتمب عل ] ~ع .
۱ - عل فلکها ,, رهو ملتمب عل ] ~ع .
۶ - ارسطالیس یا ش≕ارسطور ؛ ع ۶ تب.
```

۹ ــ ارسطو ، ع ، ب ، ب - ذکر بها : ع ، ۸ سیدرگها : ځ ، ب - ثرکب ع ، ۱ ــ د د کها : ځ ، ب ، ۱ ـ ارسطو : ع ، ب ،

۱۳ سه ارسطالیس ؛ نا جه ارسطو ؛ ع ، مبد . ۱۳ سه و اِنّما استشهد) و استشهد ؛ ع .

ور بدارسطالين د ن دارستر دع ، سه د ۱۵۰۰۰ نه .

فين كان مولاي الشيخ يسئل ١٦ عن حركة الانتعاف اتي يشير إليها أصحاب التعاليم فهي التي دكرتها في المقالة التي عنده , وإن كان يسئل ١٩ عن حركة الالتفاف التي يشير إليها أرسطاطاليس ١٩ فهي التي عقيمها على ما دكر ١٩ من كلام أرسطاطاليس ٢٠ . وإن كان يريد أن [ن ١٧ ظ] تكون هذه هي تلك فهذا مطلوب مستحيل لأن هذه ليست تلك وإنما هي تشبهها فقط . والدليل على ذلك أن أصحاب التعاليم لا يستعمنون تلك ولا يذكرونها ، أغي التي أشار إليها أرسطاطاليس ٢ لا يتتجون إليها ، وأرسطاطاليس لا يستعمن حركة فلك التدوير ولا يخصها دول وأيضاً فإن التي يشير إليها أرسطاطاليس هي حركة تحدث بالعرض على تصاريف الأحوال وعلى أي صفة كانت حركات الكوكب ألى علم الموال عن غير أن يُتكلف ها أجسام ولا تُرتب لها حركات معية ، لأن كل حسم يتحرك حركات معية ، لأن كل حسم متفة ، والذي أشار إليه بطلميوس هي حركة تكلف لها أجسام المعينة وفرض لها حركات معينة وفرض لها حركات معينة ، والذي أشار إليه بطلميوس هي حركة تكلف لها أجسام المعينة وفرض لها حركات معينة ، والذي أشار إليه بطلميوس هي حركة تكلف لها أجسام المعينة وفرض لها حركات معينة ، والذي أشار إليه بطلميوس في حركة تكلف لها أجسام المعينة وفرض لها حركات معينة ، والذي أشار إليه بطلميوس في حركة الالتفاف

ثم قال من بعد ذلك « فإن كان هاهنا شيء آخر لم أفهم هو حركة الالتفاف تفضّل به وبيّسه ، فمن حركة الالتفاف سألتُ التي بها يتحرك كل واحدة من كرات الكواكب الحركة الأولى ، إذ^ [ل ١٨ و] كانت الكرات التي بين كرة كل كوكب وبين الكرة التي منها ألحركة الأولى مختلفة في وضعها وحركتها وهي التي ينزمه الإفراط في كثرة ١٠ التي منها المعدد وتأخذ فضاء ١٣ كثير ١٣ وتندفع ١٣ معاً إلى ناحية واحدة وهي الحركات التي يقول

```
۱۷ - يمان : ع .
```

۱۹ – يصأل : ع .

۱۸ ارسطالین ددی رسطو دع د پ.

١٩ - ڏکره ۽ چ ۽ جو ،

۱ – – ځ؛ پ. ۳ – رارنطالس ؛ ٿي واړنطر ؛ ځ، پ.

ؤ مارسطاليس ۽ ب⇔ارسطو ۽ ۾ ڳاپ ُ.

ه – الكواكب : ع .

٧ - كذا في ناع ، ب

٨ - واذا ؛ ع .

۱۰ – کره : ع .

۱۶ - کثیرة دع .

۹ – مها (۲) , ن . د د داگر د – داده د

٢ - ويكون : ع : ب .

۱۱ – شآ: د حشاء: ع .

۱۴ - رياس ۽ ان = ريد آنج ۽ ع

هې ← ارسطاليس ؛ ن ⇒ارسطر ؛ ع ، پ ،

٧ - ارسطالس ۽ ١٠ - ارسطو ، ع ٤ ب٠ .

بطلميوس إن أرسططاليس ١٤ استعملها وإنها شبيهة بالالتفاف a . وابلحواب عنه أن هذه الحركة التي يسئل ١٤ عنها هي الحركة التي بينتها في المقالة التي عنده إذا فرضت احركات التي في تلك الأكر في أكر مختلفة لمراكز فيلزم أن تندافع ١٦ وتحتج إلى قصاء كثير ١٧ .

وفرّض أكر مختلفة المراكز تتدافع ممكن ومتيسر وعلى وحوه كثيرة ولا يتعلم ١٨ فرصها بكل وجه إذا كانت مختلفة المراكز وتتدامع وتأخذ فصاء كثيراً ، إلا أنه مخالف للأصول التي قُرَرت عليها حركات السماء . وإنما الصعب أن تفرض هذه الحركة في الكر لا تتدامع ولا تتراجع ١٩ ولا تمتاح إلى مكان أوسع من مكانها . والدي لا يختدف فيه أصحاب التعاليم هو أن كل حركة في السماء إدا كان ممكناً أن تكون على 1 ن ١٨ ظ أ علية لا ينزم منها عمال ولا شاعة ، وكان ممكناً أن تكون على هيئة أخرى يلزم منها عمال وشناعة ، فالهيئة الأخرى باطلة . وقد تقررت هيئة هده الحركة في المقالة التي عنده بوجه لا شناعة فيه ولا استحالة ، فهده الهيئة الأخرى التي يسئل عنها الآن هي هيئة ناطلة . وقد ذكر مولاي الشيح قوله في شكوكه قبيل ذكره وذلك في تُصرته لمنشورات . وقد ذكر مولاي الشيح قوله في شكوكه قبيل ذكره مع أنها أقل عدداً من الأكر ويمزم منه الاستحالات والشناعات بعينها في وصع أكر ينتف بعص سوى ما يلزم من إفراطها في كثرة المدد ، وذلك أنها تأخذ من الأثير معها على بعض سوى ما يلزم من إفراطها في كثرة العدد ، وذلك أنها تأخذ من الأثير فضاء كثيراً ، وليس يحتاج إليها في الحركات التي تظهر للكواكب لكن ينما تدفع معاً فضاء كثيراً ، وليس يحتاج إليها في الحركات التي تظهر للكواكب لكن ينما تدفع معاً الحرنة واحدة .

فقد جعل بطلميوس حاجة هده الأكر إلى فضاء كثيرٌ وتدافعُها طعناً عبيها . وعلة

```
۱۰ - بيال : ع . 
۱۰ - بيال : ك ، ب 
۱۰ - بيال : ن = تين : ع . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ع . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ع . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = تين : ب . 
۱۰ - بيال : ن = ت
```

)) سازمطائس ۽ تابيدارمطو ۽ ۾ ۽ پ ،

هذا الطعن * هو أنه تبين * من كلام [ن ١٩ و] بطلميوس أن قوماً [ع ١٤٨ و] من أهل رمه أنكروا عليه فرضه المنشورات فتكلم على المنشورات كلاماً طويلاً ينصر به المنشورات وطعن على الأكر بالقول الذي تقدم على طريق الإلزام لخصومه ١٠ ليفضل المنشورات على الأكر وإذا كان بطلميوس قد طعن على هذه الهيئة ، وكانت هذه الهيئة ١٠ عالفة للأصول المقررة لحركات الكواكب وغير محتاج إليها في حركات الكواكب ، فقد ثين أنها باطلة . وإذا كان قد تقرر لحركة الالتفاع هيئة صحيحة لا بلزم فيها شي من المحالات ، وهي الهيئة التي ببنتها في المقالة التي عنده ، وزيات هذه اهيئة الباطلة والسؤال عنها من الأعراص الفاسدة التي لا تؤدي إلى فائدة ، ومع دلك فقد بينا هيئة ١٢ هذه الحركة ، وهي أنها مثل الحركة التي بالأكر التي رتبناها في المقالة التي عنده إذا كانت مراكز الأكر عنالة لا مركزاً واحداً .

فقد أتيبا على ١٣ كشف جميع الشهات التي ذكرها مولاي الشيخ وبينا فسادها وأوصحنا بطلانها [ن ١٩ ظ] واستحالتها ، وم يبق هيئة صحيحة يتم مها حركة الالتفاف عير اهيئة التي قررناها في المقالة التي عنده : وذلك ، أردنا أن نبير

وقد تبين لي من تضاعيف كلام مولاي الشيخ أنه يصد ق قول بطلميوس في جسيع ما يقوله من غير استناد إلى برهان ولا تعويل على حجة ١٤ ين تقليداً محصاً . وهذا ١٩ اعتقاد أصحاب الحديث في الأنبياء صلوات الله عليهم ، وليس هذا ١٩ اعتقاد أصحاب التعاليم في أصحاب العلوم البرهانية . ووجدته أيصاً ١٧ يصعب عليه تغييلي لبطميوس ١٩ ويتعص منه ، ويظهر من كلامه أن بطلميوس لا يجور عبه العلط . ولبطلميوس أغلاط ١٩ كثيرة في مواضع كثيرة من كتبه ، همها أن كلامه في المحسطي إذا حُقيق فيه النظر ٢٠ وُجد فيه أشياء كثيرة المتنافضة ، وذلك أنه قرر أصولاً للهيئات التي ٢ يذكرها ثم أني

ميئات للحركات مناقضة للأصول التي قررها ، وليست موضعاً واحداً بل مواضع كثيرة ، فإن أحب أن أكشفها وأبينها فعلت ". وقد كنت عزمت أن أعمل كتاباً في تحقيق الحق من علم الهيئة وأبين [ن ٢٠ و] قيه أولا المواضع المتناقضة من كتاب المجسطي ثم أبين المواضع الصحيحة منه أثم أبين كيف تحقق المواضع المتناقضة أ. وله أغلاط في كتاب المناظر ، فمنها غلط في البرهان في شكل من المرايا يدل على صعف تصوره . فأما كتاب الاقتصاص فإن المعاني التي دكرها في المقالة الثانية والهيئات التي قررها بالأكر والمنشورات إداحةً قل النظر [ع ١٤٨ ظ] فيها بطل أكثرها واضمحل .

وفي عاجل الحال قد بينت علمه في هذا الحواب في المنشورين اللذين فرضهما لعلك التدوير ، وأوضحته بالمرهان الذي لا شك فيه ، وبينت أنه على أي وضع فرض المنشورين عرض منهما المحال الذي لا علم فيه . فإن كان مولاي الشيخ يمكنه أن يفرض للمنشورين اللذين ذكرهما لحركة فلك التدوير وضعاً يتم به حركة فلك التدوير حول الدائرة الصغيرة من غير أن يخرج أحد المنشورين عن مكانه م ومن غير أن ينقلب فلك التدوير ، فيقرره مولاي الشيخ لهذين المنشورين الذي اعتقد أنه لا يعرض فيه محال قد بطل واضمحل . ولعمه إدا أنعم النظر في هذين المنشورين يلوح له وجه صحيح ، فإن أمكنه أن يقرر لهذين المنشورين وصعاً صحيحاً فإنه إذا أنفله إلى ووقفت عليه شكرة دائماً واعتمرت له به وأتوب من بعده أن أغلقط بطلميوس في شيء من أقاويله . وإن لم يمكنه أن يفرض للمشورين وضعاً يتم به حركة فلك التدوير حول الدائرة الصغيرة من غير أن يلزم منه ممال فقد صح أن بطلميوس و وجب عليه أن يعرف من الامتعاض له ويتوب من تقيده ومن تصديقه في شيء من أقاويله التي لا يأتي معها من الامتعاض له ويتوب من تقيده ومن تصديقه في شيء من أقاويله التي لا يأتي معها من الامتعاض له ويتوب من تقيده ومن تصديقه في شيء من أقاويله التي لا يأتي معها من الامتعاض له ويتوب من تقيده ومن تصديقه في شيء من أقاويله التي لا يأتي معها من الامتعاض له ويتوب من تقيده ومن تصديقه في شيء من أقاويله التي لا يأتي معها من الامتعاض له ويتوب من تقيده ومن تصديقه في شيء من أقاويله التي لا يأتي معها من الامتعاض له ويتوب من تقيده ومن تصديقه في شيء من أقاويله التي لا يأتي معها به هوالا والمنا والمنا والمنا والا والمنا والمنا

```
٣- وأبيني قملت ] واثبتها فقلت : ع .
8 -- ع ه بيده ه أحاد ع ه بيد ه كالفلاطا : ع .
9 - البرهان : ع ، ب أحالت و رات : ع ، ب أحالت و رات : ع ، ب ب أحالت و رات : ع ، ب .
4- كلابه : ع . ه - دهله : التحديث البيد و ع .
د إ - يعرف : ع . ب ، برهان : ع ، ب .
```

وأنا أتوقع الجواب عن هذا الفصل الأخير لأبني ١٣ الأمر عليه ، فإن رأى مولاي الشيخ أن يخم ١٣ بهذا الجواب ويقدمه ١٤ ، وإن كان قد نقي في نفسه شيء من شكوك حركة الالتفاف ذكره لأكشف الشبهة فيه ١٩ إن شاء الله ١٣ .

والحمد الله وصلاته على سيدنا محمد وعلى آ له وسام ١٧.

قوبل بالأصل وصح ١٨ .

۱۱ ساغير و ضحة يي ٿا .

و ۱ – فإن رأى ... الشهة فيه] – ع ، ب

١٦ – 4 أمن مقالة حل شكوك حركة الالتفاف ع ع م ب .

١٧ ــ والحدث ... رسلم] والحمد شارب العالمين : ع 🗢 ب. .

ملحق

بعد الانتهاء من تحقيق مقالة ابن الهيم على تسختي ليسعراد وإستانبول وتقديمها للمطبعة تمكنت من الحصول على ميكروفلم للمخطوط رقم ٢٩٧٠ (شرقي ، قطع الثمن) المحفوظ في المكتبة العامة ببرايس الشرقية الذي كان يُعتقد أنه ضاع في الحرب العالمية الثانية . وإني أتقدم بالشكر للمكتبة عبى تفضلها بترويدي بهذا الميكروفلم .

والهنطوط المحفوظ في مكتبة براين الشرقية يحتوي على عدة مقالات معظمها لابن الهيم وبعضها مخط « قاضي زاده » (الرومي) ، العالم الرياضي الذي نشأ في تركبا وعَمل في ما بعد في حدمة أولُنغ بك الذي ولاه الإشراف على المدرسة الشهيرة التي أنشأها في سموقند. وقد جاء في آخر » رسالة » منسوبة إلى » يحبي بن أحمد الكاشي » في مساحة بسيط الكرة وتكسير الشكل الشبيه بالمهين أنها بخط « قضي زاده » وأنه وقع الفراغ من تنميقها « في العاشر من ربيع الآخر سنة سبع عشرة و تُعانمائة وكان ذلك في سمرقند » (صفحة ٢١ ظ). وجاء أيضاً في آخر « رسالة ان الهيثم المستقصاة في الأشكال الهلالية » أنه ثم تحريرها « في وجاء أيضاً في آخر « رسالة ان الهيثم المستقصاة في الأشكال الهلالية » أنه ثم تحريرها « في

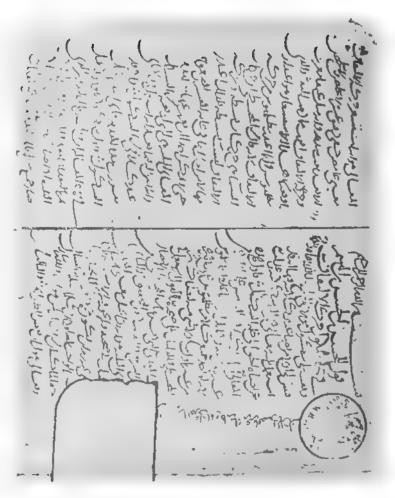
اليوم الثاني من شميان سنة ١٣٨ ، ، دون النص على أن محروها هو قاضي زاده .

الما مقالة إبن المبيم في و حل شكوك حركة الالفاها و المني نصاحة في هسلما المخطوط الما مقالة والما المناح الما المناح الما الما المناح ا

مَصفاق

بالقراءات المختفة في مخطوط (ل) النويم في المنافريق المتعقبين في مجلوا المنافرية في المنافرية المنافرية المنافرية والمنافرية المنافرية المنافرية

```
ص ۲۱۹ ) بن ہ : وقع ] دوقع : پ ،
                        ص ۲۰۰ ، س ۱۲ گرکت ] صرکت : ب.
                       ص ۲۰۱ ، س ۲ ، والجواب ] فالجواب : پ ،
                       میں ۲۰۱ ء بی دیا قبیر ] س فیر ، ع ، پ ،
                         ص ٢٠١ ٤ ص ١١ : وق ] ل : ١٤ ب
                            من ۲۱۲ م س ۲ : طو ] ولو : ب .
مين ٢٠٢ م س ١٥ ؛ الكواكب ] الكوكب ؛ بي ( قرأة أسم من ١٥ ١٠ ) .
 ص ٢٠٣ ، س ه : الكواكب ] الكركب : ع د ب ( قراعة أصبح من ن ) .
             ص ۲۰۳ م ۱۱ د قیمه مولای ] قهم مولای د څ ۶ ب ،
                 صلى ٢٠٣ ٤ س ١٤ . قهمه من ] قهم من ١ ج ١ ب. .
                       ص ۲۰۵ ء س ۱ ۽ والجراب أي فالجواب : ب .
                              سن ۲۰۲ ء س ۱ یاله ] ا∆ تیب .
                           ص ٢٠٦ ، س ٣ : ثقام ] نقوم : ب .
                              س ۲۰۹ ، س ۲ ؛ قبية [ شيا ؛ ب
                      ص ۲۰۷ ، س ۹ : المنشورات ] المشورات ؛ ب
                    صي ٨٠٨ ۽ سي ڄ رين شاء انت ] انشآء الله يب .
```



العبضحتان (١ نلم) . (٣ و) من تمخطوط لستنمراد ، لمندم الأسيوي، وقم شرقي ب ١٠٣٠

·alle

صفحة (٢٩٩ ظ) من مخطوط المكتبة السلبيانية (إستانيول). مجموعة طاطف ، برقم ١٧٩٤ 392 A. I. SABRA

The Leningrad manuscript is almost completely lacking in discritical points, but I found it to be on the whole better and more reliable than the Istanbul manuscript, as can be judged from the critical apparatus. On the other hand the Istanbul MS, was of help in reading some expressions in the Leningrad MS, which otherwise would have been problematic. The text that has been constructed from these two MSS, is, I believe, free from textual puzzles, perhaps with a few minor exceptions. Punctuation, vowelling and the use of quotation marks have been added to clarify the arguments in which quotations within quotations sometimes occur.

Note added in proof: After this article was submitted for publication I was able to obtain a microfilm of a third copy of Ibn al-Haytham's magala which I had believed to be no longer in existence. This copy occupies pp. 118* - 127* in cod. or. oct. 2790, listed in Brockelmann, GAL, I. Leiden, 1943, p 618, no. 19, and now preserved in the Deutsche Staatsbibliothek in East Berlin. Te codex contains several works most of which are by Ibn al-Haytham and some of which were transcribed by Oadi Zada, the Turkish mathematician who directed the school established by Ulugh Beg in Samrgand, and who died ca. 1436. One magala, by Yahya b. Ahmad al-Kāshi. was copied by Oadi Zada in A. H. 817/A. D. 1414 at Samargand (fol. 21b). Another, Ibn al-Haytham's "longer treatise" on lunar figures, was copied in A. H. 839/A. D. 1436 (fol. 436). The magala on Hall shuhuk harakat aliltifaf is not dated, but seems to have come from the same period. The Berlin copy is not as good or as old as the Leningrad MS. (See above, note 10), but it turns out to be the source of the Atif copy, as is apparent from comparing the two. Variant readings from the Berlin MS have now been incorporated in the critical opparatus or, when this was not convenient, added at the end of the text. Except for two or three instances, no improvements of the edited text itself were made necessary by the Berlin MS.

lost treatise on the movement of *iltifat* which it paraphrases and sometimes quotes. It must therefore be taken into account in any study of the history of later investigations, such as those of Tusi, his colleagues at Maragha, and Ibn al-Shāṭir. The treatise is also interesting as an example of scientific controversy in eleventh-century Islam.

My edition of Hall shukük harakat al-shifāf is based on two copies of which one is preserved at Leningrad, Asiatic Museum, MS. Or B 1030. fols. 1b-20b, and the other at Istanbul, MS Atif 1714, dated A.H. 1158, fols. 139b-148b.

planets a true and unobjectionable arrangement (other than the one asserted by Prolemy) by means of bodies that have a permanently uniform and continuous motion from which no impossibility follows" (ibid., p. 54).

Trials to modify the Ptolemaic models so as to remove the objectionable character of the equant appear to have taken place some two hundred years before Tusi We learn this from a polemical work which Mahmud the Mus ad al-Shirasi (the pupil of Nusir al-Din) wrote in the thirteenth century (The work is entitled For also fold talum, which rany be translated, somewhat freely, as "you asked for it", or more literally "you've done it, so don't put the blame [on me]". It is a lognacious and witnperative reply to a contemporary (Muhammad thu "All thu al-Hasaya al-ll(t)madhi) who had written a commentary on Tüsi's Tadhkıra (Tıbyda maqaşıd al-Tadhkıra) in which he had "plagramæd" Shirâal's Tubfa. The work is full of information which is certain to throw a great deal of light on the history of Islamic astronomers and astronomical research, particularly in thirteenth century Mirágha Several copies are extant, I have used the Tehran MS Majhs-1 Shirrà 3944, of which the Institute for Arabic Manuscripts in Cairo has a microfilm (no. 228 Ba"that Iran). The manuscript, which comprises 232 folios, is dated A.H. 826 and claims to have been copied from the author's autograph (sundd). On page 6b Shiraxi reports that "Abū "Ubayd al-Junjani, the pupil of al-Shaykh, composed a book which be titled Tarkib al-afilik (Construction of the Spheres) and in which he claimed to have resolved the equant problem (ishkil mu'addil al-masir,". Shirasi did not think much of the solution which, be said, was not worthy of a beginner, let alone an expert in astronomical science. There can be little doubt that the Jürjani in question is Abd "Ubayd "Adh al-Walud ibn Muhammad al-Jürjani, the pupil of Ibo Sina (d. 1037), who prodded his teacher into writing the famous Kitch of Shifd', who engaged in astronomical observations over a period of eight years (W.E. Gahlman, The Life of Ibn Sind, Albany, N.Y., 1974, pp.66-68,80), and who was revponsible for adding a mathematical section to Ihn Sina's Kildh al-Najdt (G. Anawati, Mu'allofdt Ibn Sind, Catro, 1950, pp. 94-96).

The word "Shaykh" in the sentence quoted from Shirāzi's book is a title commonly applied to Iba Shā in the usual honorific conjunction "al-Shaykh al-Ra"is" Shirāzi's statement thus shows that the effort to improve Ptolemy's models began at least as early as the eleventh century, perhaps shortly after Ibu al-Haytham (who died only a few years after Ibu Shah) wrote the Shakik

- 10. V. Rosen, Notices sommerces des menuscrits arabes du Musée estatique. Première livraison, St Petersburg, 1881, MS no. 192 in the catalogue. This coden must have been transcribed sometime in or before the second decade of the seventh century after the hifre, the time in which it was "checked" ("wirds), as is stated on the back of the right-hand cover. The colophou further claims that the whole volume was checked (quibile) and corrected against the original "which is in the author's hand". The manuscript does show signs of having bean improved.
- 11. Man Krause, "Stambular Handschriften islammeher Mathamatiker", Quallen und Studien auf Geschichte der Mathamatik, Astronomie und Physik, Abteilung B. Studien, Band 3 (1936), p. 478, work no. 29. The title is matakenly translated here as "Über die Lönung der Schwierigkeiten der Bewegung der Schiefe der Ekliptik". See also Carl Brockelmann, Geschichte der arabischen Listeratur, II (Leiden, 1943), p. 618, no. 19; Supplementhand I (Laiden, 1937), p. 852.

390 A. L. SABRA

The Planetary Hypotheses failed to provide an arrangement of spherical bodies that would produce the variations, and it was Ibn al-Haytham in the eleventh century who took up the challenge to devise such an arrangement. This he set out to achieve in a "Treatise on the Movement of Iltefaf" (Maqāla fi ḥarakat al-iltefāf). This treatise is now believed to be lost, but it was available to Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī in the thirteenth century and possibly also to Ibn al-Shāṭir in the fourteenth century. Tūsī reports in the Tadhkira that Ibn al-Haytham's arrangement introduced two additional spheres for the epicycle of each of the five planets and two more for Venus and Mercury.

During Ibn al-Haytham's life someone wrote a critique of his Magala ft harakat al-iltifāf, casting doubt on some features of the proposed model and asking questions about obscure points. (It is interesting to note that one of these questions implies a confusion between the ilnfāf that Ptolemy attributes in the Planetary Hypotheses to Aristotle's system and the iltifāf involved in Ptolemy's theory of latitudes.) This critique is also lost; but we have Ibn al-Haytham's reply to it, entitled Hall shukūk ḥarakat al-iltifāf, which we publish

Ibn al-Haytham's Hall is one more illustration of the direction of research of Arabic astronomers which resulted from confronting the abstract models of the Almagest with their proposed physical counterparts in the Planetary Hypotheses. Other illustrations include Ibn al-Haytham's al-Shukük 'alā Bailamyūs,' the Tadhkura of Naṣīr al-Dīn al-Tūsī, and the Nihāyat al-sūl of Ibn al-Shāṭir, among others. It is becoming increasingly clear that the modifications of the Ptolemaic models at the hands of thirteenth- and fourteenth-century astronomers at Marāgha and Damascus were undertaken as a response to objections raised by Ibn al-Haytham against what he called "false" Ptolemaic arrangements. The present treatise gives us an account of the earlier

second diameter about the small circles perpendicular to the plane of the deferent is known as litimal (twisting):

wa-tipofu hādhihi I-haraka bi-l-tihited'. Nasīr al-Din al-Toaf, in Chapter 10 of the Todhirra, combined all these descriptions, saying that the latitude due to the slant is known as inhirdf, wirāb, illisof and illifdf (Leiden MS, Or. 905, fol 42a).

- This is no. 51 in Ihn Ahi Uşaybi'a's List III; see article on Ihn al-Haytham in Dictionary of Scientific Biography, (New York, 1972), vol. VI, p. 207, work no. III 63.
- 7. This refers to Ibn al-Haytham's "maqala" in the course of a discussion of planetary latitudes in the Tadhkira, but without mentioning the courplete title (Laiden MS. Or 905, foi. 49s, also, foi 50s). His description of Ibn al-Haytham's treatise makes it virtually certain that he was directly acquainted with it. Ibn al-Shāţir, in Bk. I, Chapter 24 of Niydyat al-sil, also mentions a "Risdla" by Ibn al-Haytham on planetary latitudes, again without quoting a complete title But he may have been reporting what he had learnt from Tust's Todhkira (Bodleian MS. Marsh 139, foi. 31b).
 - 8. Edited by A. I. Sabra and N. Shehnby, Cairo, 1971.
- 9. Ibu al-Raytham concludes his criticism of Ptolemy's equant model by these words: "It is manifest from all that we have mentioned that the arrangement (hay's) which Ptolemy proposed for the movements of the five planets is a false arrangement, and that there exists for the motions of these

It is clear that Ptolemy here refers to the Aristotelian contribution to the Eudoxan-Callippan system, in which a set of "counteracting" spheres is inserted between the nest of spheres associated with a higher planet and the nest immediately below it, the function of the inserted spheres being to cancel the combined motion of all the higher spheres except the daily east-to-west motion which alone is passed on to the lower nest." It may be noted that when Ibn Rushd (in his large commentary on Aristotle's Metaphysics, Tofsir Ma bo'd al-tabi'a) paraphrases this passage from the Planetary Hypotheses, he uses "harakāt lawlabiyya" (spiral motions) rather than "harakāt shabiha bi-lilufaf". "Lawlabiyya" (spiral) is in fact the word which in the Arabic translation of the Metaphysics that was used by Ibn Rushd conveyed Aristotle's understanding of the role of the inserted spheres as anelittousai or counteracting.4

However, in Arabic astronomical works the word iltifaf came to have a more restricted meaning which is that intended in the title of Ihn al-Haytham's treatise: Hall shukûk harakat al-tittfaf. Still implying a motion compounded of circular motions this word is here used to refer specifically to a movement which each planet is imagined to trace out round the surface of its epicyclic sphere as a result of the movements attributed by Ptolemy to the plane of the epicycle to produce the variations in latitude. To account for these variations the Almagest assumes in the case of all five planets that the diameter through the eprcycle's apogee oscillates so as to vary the angle of inclination or deviation (sgklisis: may!) between the plane of the epicycle and that of the deferent. In the case of the two inner planets a second diameter perpendicular to the first in the plane of the epicycle also oscillates in such a way as to vary what is called the slant (loxosis : inhirdf) of the epicycle to the deferent. The Almagest further proposes a mechanism designed to produce the oscillations by making the ends of both chameters turn about small circles perpendicular to the plane of the deferent."

^{2.} Aristotle, Metaphysics, XII, 8, especially at 1074s 1-15; Loch edition, vol. II, London and Cambridge, Mass., 1962, p. 159.

^{3.} Averrode, Tafeir Ma bata al-jabita, ed. Maurice Bonyges, S. J., vol. III. Beirut, 1948, p. 1662, lines 8-13. Ibn Rushd's understanding of Ptolemy's position and of the role of what he calls "huraka lesslabiyya" in Aristotle (ibid., pp. 1671-7) raises interesting questions which cannot be discussed here. 4. Ibid., pp. 1668-1670.

^{5.} Almagast, XIII, 1-6. Accounts of Ptolemy's theory of planetary latitudes are in Olaf Pedersen. A Survey of the Almogost (Odense University Press, 1974), Chapter 12; and O. Neugebauer, A History of Ancient Mathematical Astronomy (New York, Heidelberg and Berlin, 1975), part I, pp. 206 ff. The deviation of the dismeter through the spicycle's apogee and the slant of the second diameter are called may! and united respectively in the Jahag-Thabit translation of the Almagen, British Library MS. Add. 7475 (dated A.H. 615). Al-Biruni, in the Tafhim, calls the slant wirds, and he calls the latitude due to variation of the elant "ord al-wirds and "ord al-illned" (R. Ramasy Wright, ed. and trans., The Book of Instruction in the Elements of the Art of Astrology by . . . al-Birthni (London, 1934), p. 103). In al-Qănăn al-Mas ad (Hydershed Dn., 1956), vol. 111, p. 1317, line 10, Birûnî saye that motion of the

Ibn al-Haytham's Treatise: Solution of Difficulties Concerning the Movement of Iltifaf

A. I. SABRA*

Summary and Introduction

TN THE ARABIC translation of Ptolemy's Planetary Hypotheses the word iltifaf (from iltaffa, to turn round, and laffa, to roll up, wind) is used to refer generally to a movement composed of circular movements about different poles. At the beginning of the second part of this book Ptolemy discusses alternative ways of representing planetary motions in terms of physical hodies. He states first that the phenomena can be produced either by the motion of solid spheres (ukar muşmata) and spherical shells (ukar mujawwafa), or by the motion of slices (manshural) of such spheres and shells. Mathematical reasoning (giyas ta'limi), he says, would have no preference for one of these modes of representation over the other. But some people, he goes on to say, were led by physical reasoning (qiyās tabici) to conceive of complete spherical bodies (ukar tanıma), because they found the revolution about fixed poles thus easier to imagine. Being familiar with what men construct with their own hands, they preferred the latter mode of representation "as Aristotle also did, so that the poles of the contained spheres would be fixed in the containing spheres. Then, since no connection existed between the inner spheres (al-ukar al-dākhila) and the first, outermost sphere (al-kura al-khārija alald), and since the spheres do not all have the same speed but rather are subject to various inequalities, they were obliged to seek knowledge of the means by which every planet participates in the primary motion, as is visible and apparent to us; for the spheres that exist between us and [the outermost sphere] vary in respect of their position and movement; and it is for this reason that Aristotle used the movements that are similar to al-ikifaf (al-harakat allatt takūnu shabihan [sic] bi-l-ıltıfāf)".3

*History of Science Department, Harvard University, Science Center 235, Cambridge, MA 02138 U.S.A. Thanks are due to the Asiatic Museum at Leutograd, the Süleymaniye Library at Istanbul and-the Stantabibliothek in East Berlin for supplying microfilms of the text published in this issue. This rescurch was completed during tenure of grants from the National Endowment for the Humanities and the National Science Foundation, U.S.A.

^{1.} Bernard R Goldstein, ed., "The Arabic Version of Ptolemy's Planetary Hypotheses," Transactions of the American Philosophical Society, new series, vol. 57, part 4, 1967, pp. 36-38, eap. p. 37, line 24 - p 38, line 3. See also p. 4, line 6; p. 43, line 21; p. 44, lines 1, 3, and 4; in some of these occurrences itaffa means to envelop, surround. The Creek text of the second part of the Planetary Hypotheses (Kitch al-Igligds also known as Kuth al-Manshürds) has not survived.

الله شيخم ومميت له المستبين المثني دايث. رث ي دايث

المقادمية

لقد صنف ان الهيثم رسالتين في المسيع ، الأولى هي « مقدمة ضلع المسيع » والثانية هي « في عمل المسيع » ، هذا ما نعرفه من تاريخ الحكماء لجمال الدين القفطي ومن عيون الأنباء لا ن أبي أصيبعة .

١ -- مقلعة ضلع المسبع :

هذا هو اسم الرسالة كما نجده مدكورا في تاريخ الحكماء ، ولكن إن رجعنا إلى عيون الأنباء نرى أن ابن أبي أصيبحة يشير إلى نفس الرسالة باسم آخر وهو « قول في استخراج مقدمة المسبع » . ونظن أن هذا الاسم الأخير هو أقرب إلى تسمية ابن الهيثم لرسالته من الأول وذلك لسبين : أولهما هو أن القفطي يذكر هذا الاسم نقلا عن فهرست لكتب ابن الهيثم إلى آخر سنة ٤٢٩ هجرية (١٠٣٨ - ١٠٣٩) ، وثانيهما هو أن ابن الهيثم في رسالته الثانية يتكلم عن الأولى ويقول « وقد بينا نحن المقدمة التي استعملها أرشميدس في قول مفرد غير هذا القول » أي في « استخراج ضمع المسم » . وهذه الرسالة هي مقطوطة معلم المسبع » . همدا القول » أي في « استخراج ضمع المسم » . وهذه الرسالة هي مقدمة ضلع المسبع » . وكلمة « فصل » التي يكررها الناسخ مرة أخرى في نهاية الرسالة لا تتفق مع الكلمة التي وصف بها ابن الهيثم وسائته وكررها ابن أبي أصيبعة فيما بعد ، أي كلمة « قول » . فكلمة وصف بها ابن الهيثم وسائته وكررها ، ولكن هذه الرسالة قصيرة لا تتضمن فصولا متمايزة . هصل » تبدو تحريفا من الناسح لكلمة « قول » فهي وإن كانت تشير إلى البيان والحكم فهي أيضا تدل على القطع والحجز والتميز ، ولكن هذه الرسالة قصيرة لا تتضمن فصولا متمايزة .

وهناك مخطوطة أخرى بمكتبة البودليان بأكسفورد وهي (f. 131) Thurston 3 وهناك مخطوطة أخرى بمكتبة البخطوطة و ه من كلام ان الهيئم على مقدمة أرشميدس في ضلع المسبع 8 . ويفحص ومقارنة المخطوطة بن انتهينا إلى أن مخطوطة أكسفورد هي تحرير مختصر لهذه الرسالة وليست بالنص نفسه . وهذه النتيجة متضمنة مسبقاً في اسم الرسالة نفسها حسب مخطوطة أكسفورد. فنقد كتب الماسخ ومن كلام ، ولم يؤكد أنه كل كلام ابن الهيثم , وبالفعل لا نجد في مخطوطة أكسفورد الفقرة الأولى من الرسالة _ أعني من البسملة إلى ه فأما كيف ، _ ولا الفقرة الأخيرة منها _ أعني من ه فقد تبير ، إلى ه وذلك ما أردنا أن نبين ه . هذا زيادة على اضطراب سطورها الأخيرة . أما عن التحرير نفسه فهو اختصار واضح لرسالة ابن الهيثم ، ولبيان هذا فلتأخذ السطور الأولى من الرسالة .

نجد في مخطوطة India Office :

ه فأما كيف نعمل المربع على الصفة التي شرطها ، فإنا نوسم المربع الذي ذكره وهو مربع الله يعمل المربع على الصفة التي شرطها ، وتخرج خط به وتغرض مثلث حدة مساويا بزج على جهة التحليل » .

ولقد كتب هذا النص نمسه في مخطوطة أكسفورد هكذا :

و فأما كيف نعمل المربع على الشريطة المذكورة : نرسم مربع آب جد ونخرج اجواد إلى ه و برخ و ونخرج اجراد إلى ه و برخ و نفرص حده كرب رج على جهة التحليل » .

ومن الدين أن أسلوب نص أكسفورد لا يتفق مع الأسلوب المعهود لابن الهيم ، فكل من قرأ ابن الهيئم يعرف أنه لا يجب الاختصار الذي قد يضر بالمعيى . وبشكل عام فكل ما يقص محطوطة أكسفورد نجده في محطوطة إنديا أوفس ، والعكس غير صحيح ، وكل ما يجب إضافته إلى هذه المخطوطة الأخيرة حتى يستقيم المعنى يجب أيضا إضافته إلى الأولى . ومن ثم نستطيع أن نؤكد أن محطوطة اكسفوردهي تلخيص لنفس الأصل الذي ترجع إليه مخطوطة إنديا أوفس. ولهذا حققنا نص هذه المخطوطة الأخيرة ، ولقد نسخت في القرن العاشر حسب تقدير فهرست . Loth .

وهناك مخطوطة ثالثة لنفس النص وهي أيضا بالبو دليان بأكسفورد ـ 259r ـ 120 (ff. 259r التي (260v ويمكننا أن تجزم أن هذه المخطوطة ما هي إلا نقل حديث لمخطوطة Thurston 3 التي تحدثنا عنها ، ولهذا لم تأخذها بعين الاعتبار في تحقيقنا لرسالة ابن المبيّم .

٢ - أن عمل المسيع:

لقد ذكر جمال الدين القفطي وابن أبي أصيبعة هذه الرسالة وبهذا الاسم . وهي مخطوطة وحيدة تم نسخها من مخطوطة أخرى سنة ١١٥٨ هجرية :

عاطف ۱۷۱۶ ـ ۱۹ ، ص ۲۰۰ ـ ب إلى ۲۱۰ ـ ، (استانبول)

والحلط حسن ولكن لم يتم الناسخ رسم الأشكال في أغلب الأحوال والشكل الذي رسمه لا يظهر بوضوح في الصورة التي عملنا عليها . ولهذا أعدنا رسم الأشكال حسب النص مما يضم ظهور بعض القطوع المخروطية كاملة لا النصف فقط كما هو معهود ومعروف في رياضيات عصر من الهيئم . ويظهر نفس الشكل مرة عند التحليل وأخرى عند التركيب في المخطوطة ، ولكننا لم نرسمه إلا مرة واحدة بين التحليل والتركيب . ولقد استعملنا الرموز التالية في التحقيق .

[] نقترح حذف ما بینهما < > ما بینهما کلامنا

إ انتهاء صفحة المخطوطة

ولقد قمنا بتنقيط النص عند اللزوم دون الإشارة إلا إذا تعددت الاحتمالات فأثبتنا نص المخطوطة في أسفل الصفحة .

يس إنوالة فالتعفيان

العزة نكه

-111

فصل اللحسن بن الحسن بن الهيثم في مقدمة ضلع المسبع

إنَّ أَرْشَمَيْدُس بَى ضَلَع المُسْبِع عَلَى المُرْبِعِ الذِّي قَلْمُهُ وَلَمْ بِبِينٌ ۚ كَيْفَ نَعْمَلِ المُربِعِ عَلَى الصَفَة الَّتِي شُرطُهَا ، وإنَّا لَمْ يَبِينَ ۚ دَلَّكَ لَأَنْ عَمَلَ الْمُربِعِ عَلَى الصَفَةَ الَّتِي شُرطُهَا إِنَّمَا يَكُونُ

١ -- مطموسة وتنتهى بياء فكأنها فصل ولكن الرسالة تنتهى به ثم الفصل يه ولهذا آثرنا هذه الكلمة ،
 والأحرى دة قول يم كا يينا في المقدمة .
 ٣ -- مصومة .
 ٩ -- نين .

بقطوع المخروطات ولم يكن ذكر في كتابه ــ الذي يذكر المسبع في آخره ــ شيئا من قطوع المخروطات ، فلم ير أن يخلط بالكتاب ما ليس من جنسه فأخذ المربع مقسماء وبني عليه ضلع المسبع . فأما كيف نعمل المربع على الصفة التي شرطها : فإنا فرسم المربع الذي ذكره وهو مربع آبجد ونخرج آج كما فعل ونخرج خط آد إلى ، ونخرج خط ب زح ونفرض مثلث عردَهُ مساويا لمثلث بزَجُ على جهة التحليل . ونخرج خط كزَلَمْ موازيا ل بَ كا فعل ، فيكون ضرب دا في اط مساويا لمربع دَ، كما بين أرشميدس . ونصل بد فهو يقطع قطر آج بنصفين لأن مربع آبجد متوازي الأضلاع قائم الزوايا . فليقطعه على نقطة م ، فيكون مثلث سمج مساويا لمثلث آمد . ولأن مثلث مدح مساو لمثلث بَرْجَ يَكُونَ مثلث بِ مَجَ مَسَاوِيا ۗ لِمُثَنَّ ءَرْجَ مَعَ مثلث بِ مَزْ ، وَمثلث بِ مَجْ مثل مثلث آمدً، فمثلث آمدَ مساو للثنثي يدرح ب مرّ. ونأخه منحرف مدح زّ مشركا، فَيَكُونَ مثلث بَدَهَ مساويًا لمتحرفُ الدَّحِزُ . وليكن مثلث بَءَلَ مثل مثلث جزَّح ، فيكون مثلث ب دل مثل مثلث ادج ، وهما بين خطين متوازيين . فخط ل د مثل خط ٤) ويكون نسبة مثلث ب دل إلى مثلث ب مال كنسبة مثلث ا دَج إلى مثلث ج ح ز٢ . ونخرج خط ح ن عمودا على خط زجه ، فيكون ضرب ح ن في نصف ز جه مساويًا لمثلث ع زَجُ وضرب مم في نصف آج مساويا لمثلث آدج لأن در عمود؟ على ١ . إذا كان المربع متساوي الأضلاع ، فنسبة مثلث آدَج إلى مثلث جَرَح مؤلفة من نسبة دبر إلى ح ن – التي هي نسبة دج إلى جَرَّ - ومن نسبة نصف آج إلى نصف جَر - التي هي نسبة آجَ إلى جَزْ ، فنسبة مثلث ١ دَجَ إلى مثلث جزح مؤلفة من نسبة دَجَ إلى جَحَ ومن نسبة آجَ إلى جرّ . ونسبة دَج إلى جَمَ كنسبة مَن ١٠ إلى بَاح ، ونسبة آج إلى جز كنسبة مَب إلى بِ ز ، فنسبة مثلث آجَد إلى مثلث جزَّح مؤلفة من نسبة مب إلى بح ومن نسبة مب إلى بر ، وكذلك يلزم ــ إذا كان المربع تحتلف الطولين ــ أن ١١ نخرج من نقطة دّ عمودا على خط آج فيقوم مقام دَم ويعود الحال إلى النسبتين المذكورتين . ونسبة مثلث * احد إلى مثلث جزَّح * كُنسبةُ مثلث بدل إلى مثلث به ل التي هي لسبة دل إلى ل َه ، فنسبة دَلَ إِلَىٰ لَ ۚ مُؤْلِفَةَ مَن نَسَبَةً مَٰ لِللَّهِ صَالَحَ ﴿ الَّتِي هِي نَسَبَةً ۚ وَ ۚ إِلَىٰ آدَ ﴿ وَمَن نَسَبَةً * هُ ب

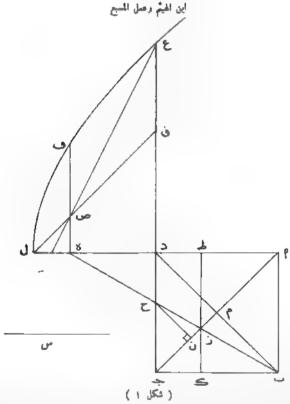
ع - مقسلما ه - ب دح ، ۹ - مسار ، ۷ - دح ر ، ۸ - دج ، ۹ - مسردا . ۱۰ - مقسرمة ، ۱۱ - لاتا ، د .. ه ما پيتما مقسوس .

الى بزَ * ــ النّي هي نسبة < آه إلى آطَ ، فنسبة دَلَ إلى لَ ه كنسبة > مربع هَ آ إلى ضرب دَ آ في اط اللَّذي هو مساو لمربع ده ، فنسبة دَلَ إلى لَ ه كنسبة مربع آه إلى مربع ه دَ وخط آدَ مثل خط دَلَ .

فقد اللَّحَلَّ المربع إلى قسمة خط آلَ ــ الذي هو ضعف آدــ على نقطة ، قسمة يكون سبة ذَلَ إلى لَـ م كنسبة مربع آم إلى مربع مد . وقسمة الخط على هذه النسبة إنما يمكن بقطوع المخروط .

فنفرض على طريق التحليل أن الحط قد انقسم ، ونخرج خط جَدَ على استقامة إلى ع ونجعل دَعَ مثل آه ونخرج من نقطة مَ عمود هفَ ، ونجعلٌ هفَ مثل دَهَ ، فيكون نسة دَلَ إِنَّى لَهُ كَنْسَبَةَ مُربِعٌ عَ دَ إِنَّى مُربِعٍ فَيْ هِ . وَلَيْكُنْ ضُرِبُ دَلَّ فِي خَطَّ سَ مُساوِيا لمربع ع د . فالقطع المكافي- _ الذي سهمه دَل وصلعه القائم خط س بمرّ بنقطتي ع ف . / أوا ١٢٢ مروره بنقطة غ فلأن مربع دغ مثل ضرب دل في الضلع القائم ، وهذه خاصة القطع المكافىء ، وأما مروره بنقطة فَ فلأن نسبة دل إلى لَ a كنسبة مربع ع د إلى مربع ف ه كما تبين في شكل كرمن مقالة آ من المخروطات , فليكن القطع لَ فَعْع . ونجعل خط دَقّ مثل دَلَ وَنَصَلَ لَ قَ ، وَلِيقَطِع خَطَ فَ ، عَلَى نَقَطَةً صَ ، فَيَكُونَ مَثَلَثُ لَ دَقَّ مَعْلُوم الصورة ، ويكون زاوية ع تى ص معلومة ، ويكون نسبة ق ص إلى ده معلومة لأنها كنسة قَ لَ ۚ إِلَىٰ لَهُ وَ الْمُعْلُومَةِ ۚ ۗ وَلَأَنْ عَ دَمِثْلُ مَا وَ فَيَ دَمِثْلُ دَلَ ـــ الْمُساوى لَمُ دَا ـــ يكون فَعَ مثل ده . فنسبة ع ق إلى ق ص معلومة ، وزاوية ع ق ص معلومة ، ونصل ١٣ ع ص . فيكون مثلث ع ق ص معلوم الصورة ، فيكون نسبة صّ ع إلى ع ق معلومة ، و ع ق مثل دَّ، و ده مثل ه ف فخط ع تى مثل خط ف ه ، هنسبة مربع ع ص إلى مربع ف ، معلومة . ومربع فَ مَثْلُ ضَرِبُ لَ ۚ فِي خَطُّ سَ ، فنسبة ضَربُ لَ ۚ فِي سَ إِلَى مُربِعِ صَّ عَعَلُومَةً ، ونسبة ول إلى ل ص معلومة ، فنسة ضرب ل ص في س إلى مربع [ص ع] ص ع معلومة ، وزاوية ع صَلَ معلومة ، غالقطع المكافيء ـــ اللَّذي قطره لَـ قَ ورأْسُه نقطة لَ وزاوية ثرتيبه زاوية ع ص ل وضلعه القائم خط نسبته ١٣ إلى خط س نسبة معلومة ــ يمر ١٤ بنقطة ع . فليكن ذلك القطع قطع لرع ١٠٠.

١٧ - مطبوسة ١٠ - السية ١٤ - تمر ، ١٥ - أناف ع



ه ۱ - آن ع ۱۹ - مطمومة ، ۱۷ - و ، ۱۹ - مكتا ، ۲۰ - مطمومة ، ۱۹ - مامومة ، ۱۹ - مامومة

معلومة ، فنقطة ، * معلومة وهي التي * تجعل ٢١ مربع ا ب جد على الصفة التي شرطها أرشميدس .

وأيضاً فإن أرشميدس فرض هذا المربع وحلله إلى مقدمة " هي التي احتاج " إليها في عمل المبيع : وهو أن ضَرَّبَ دَ في الله مثل مربع ده وضَرَّب «طَ في " طَ د مثل مربع الله و كلَّ واحد من خطي الله هذه أعظم من طَ دَ . ففرض خطاً معلوماً قسمه على هذه النسبة وبني المسبع عليه . وقد يمكن أن يقسم خط على هذه النسبة بقطوع المخروط أيضاً من غير حاجة إلى المربع .

فلنفرض الحط ، وليكن آب ، ونريد أن نقسمه بثلاثة أقسام كأقسام : آح حَبّ دَبّ حَى يكون ضَرب 1 في آج مثل مربع دب ويكون ضرب ب حـ في حَد مثل مربع آج ويكون كلُّ واحد من خطي آج دب أعظم من دج .

فنفرض خطا كيفما اتفق ، وليكن ه ر ، ونفصل منه مقدارا معلوما كيفما اتفق .
وليكن ه ح ، ونعمل قطعا ٢٧ مكافئا يكون سهمه ه ر ورأسه نقطة ه وضلعه القائم خط ه ح كا ٢٧ في شكل / نب من مقالة آ من المخروطات ، وليكن قطع ه كل ٢٧ . ونفصل ح ط ١٩٧٠ مثل ح ه ونخرج من نقطتي ح ط عمودين ينتهيان إلى القطع ، وليكونا ح ك ط ل ، فيكون ح ك مثل ح ه لأن مربع كح مثل ضرب ح ه في الضلع القائم ، و ح ه هو الضلع القائم ، فحيل خمريع ك ح مثل ضرب ح ه في نفسه ، فخط ك م مثل خط ح ه . ونخرج ل ط على استقامة في جهة ط ، ونفصل ط س مثل ط ح ، ونصل كل فيكون كل موازيا لحط ح س لأن ط س مساو ل كح ومواز له ، فيكون سطح ك ص سط متوازي الأضلاع ، فنخرج على نقطة ط الزائد اللهي لا يقع عليه خطا ك ح س ط متوازي الأضلاع ، مقالة ب من المخروطات ، وليكن قطع ط ن ، فهذا القطع يقطع قطعة ك ل : وذلك أن خط ط ل مواز لحط ح ك الذي لا يقع على القطع ، فخط ط آل على قبر نهاية الم يلق قطع ط ن على نقطة غير نقطة ط ل از ائد ، وإذا أخرج في جهة ن كان كلما إزداد خروجاً إزداد قربا من خط ح ك متساوياً ، وقطع ط ل يذا المنحرج في جهة ن كان كلما إزداد خروجاً إزداد قربا من خط ح ك متساوياً ، وقطع ط ل ي ينهما أبداً متساوياً ، وقطع ط ل ي ينهما أبداً متساوياً ، وقطع ط ل ي يا من خط ح ك

٢٤ - نجمل ٢٧ - مطموسة ٢٤ - من طال

وما يتصل به كما في مقالة ب من المخروطات . ولأن خط طآل إذا أخرج إلى غير نهاية في جهة آل يكون أبداً داخل قطع طآل ونقطة كر هي أبداً خارجة عن قطع طآل لأنها عبي الحط الذي لا يقع عليه فقطع طآل إذا أخرج فإنه يقطع قطعة كال من قطع هكال ، فليقطعها على نقطة ن . ونخرج خط ح كر في جهة كر ، ونخرج من نقطة ن خط موازيا لخط كوليكن نام ، ونخرج عمود ن ف ص و كول موازيا لخط أل طآس ، فيكون ضرب من في ناص مثل ضرب كل قبي طآس كما تبين في شكل به من مقالة به من المخروطات ، فسطح من المنوازي الأضلاع ، وسطح ن ح هو من ضرب ن ص في ح ف عمود على ن ص كالمتوازي الأضلاع ، وسطح ن ح هو من ضرب في ح ف عمود على ن ص وسطح س كالمتوازي الأضلاع مساو لضرب من طرفي ط ح و س ط في ط ح و س ط في ط ح و س ط من ح .

وقد تبين أن سطح س كى مساو لضرب ن ص في ح ق ، فضرب ن ص في ح ق مساو لمربع ه ح . ونحعل ف ز مثل ن ق ، و ق ص هو مثل خط ف ح لأن س ط مثل ط ح ، فخط ح ز مثل خط ن ص ، فضرب ز ح في ح ق مثل مربع ح ه . وأيضاً فإن خط ن ف هو من خطوط البرثيب لأنه عمود عبى سهم ه ز وخط ه ح هو الضلع الفائم لقطع ه كال المكافى ء ، فضرب ف ه في ه ح مساو لمربع ف ن ، و ف ن مثل ف ز ، فضرب ف ف في ه ح مشاو لمربع ح من ف فقسم خط آ س مثل مربع ح ه ف فقسم خط آ س على نقطتي ج د على مثل نسبة خطوط ه ح ح ف ق ق و فيكون ضرب د ا في آ ج مثل مربع د ب وضرب ب ج في ح د مثل مربع ج ، ف قسم نحط آ س منع نقطتي ج د على مثل مربع ج ، وقد يقي أن نبين أن كل واحد من خطي آ ج د ب أعظم من ج د .

ه ۲ - كتبها الناسخ <u>ن و ص</u> ثم اهاد كتابتها يعد تصحيحها في الهدش . ۲۹ - وكل

(* JS .)

وإذا قُسم خط آب على هذه النسبة فإنه بمكن أن نعمل من خطوط آج جَد دَب مثلثا . فيكن المثلث مَجد ، وهو المثلث الذي عمله أرشميدس وعمل منه المسبع . وإذا عمل هذا المثلث فقد يمكن أن نعمل منه المسبع على وضع غير الوضع الذي عمله أرشميدس ، وذلك بأن نعمل في الدائرة التي يراد ٢٧ عمل المسبع فيها مثلثا مساوية زواياه أزوايا هذا المثلث ، فيكون القوس التي يوترها خط جد سبع الدائرة ، ويكون القوس التي يوترها خط جد سبعي الدائرة ، ويكون القوس التي يوترها خط مد أربعة أسباع الدائرة ، لأن زاوية مد بكون من خط مد بنصفين والقوس التي على خط مد بأربعة أقسام وأوترت القسبي كان الذي على خط والزوايا .

فقد بقي نبين ٢٩ أن زاوية ، دج ضعف زاوية جهد وأن زاوية ، جهد أربعة أمثال زاوية جهد .

۲۷ - تراد ۲۸ - یکون ۲۹ - تین

فقسم زاوية جَده بنصفين بخط دح ونقسم زاوية هجد بنصفين بخط جر . فيكون نسبة ه ح إلى حج كنسبة ه د إلى دج . التي هي سبة ب د إلى دج . هبالتركيب يكون نسبة ه ج إلى جد هي كنسبة مربع اج الى مربع جد لأن ضرب ب ج في جد مثل مربع حا . فنسبة ه ج إلى جد هي نسبة مربع اج " لى مربع جد ك الى مربع جد ك الم مربع جد ك المي مربع جد ك المي مربع جد ك المي مربع جد كسنة د ج إلى مربع جد ك المي مربع جد كسنة د ج إلى بح ع ، فنائلا ده حد حد عنشابهان ، فراوية د ح ج مثل زاوية ه د ج وزاوية ه د ج وزاوية د ح ج مثل زاوية حد ج وزاوية عد ج في كسبة د ج إلى جه التي هي نسبة د ج إلى جه ، وبالتركيب يكون نسبة د ألى ه و كنسبة د ألى الم مربع به د إلى مربع به د إلى مربع به د ألى ه زائل و نسبة مربع ب د إلى مربع ج ا ، فنسبة ده إلى ه زائل هي نسبة مربع ب د إلى مربع ج ا التي هي نسبة مربع د الى مربع ج الى ه و الله ه و الله ه و الله ه و السبة مربع به د الى مربع ه ج الله ه و الله ه و السبة مربع به د الى مربع ه ج الله ه و الله ه و السبة مربع به د الى مربع ه ح ، فنسة ده إلى ه و الله ه و السبة مربع به د الى مربع ه ح ، فنسة ده إلى ه و الله ه و الله

فقد تبين أن زاوية ه دج^٣ ضعف زاوية جهد ، وأن زاوية هجد أربعة أمثال زاوية جهد . فإذا عملنا في الدائرة التي يُراد ٣٤ عمل المسبع فيها مثلثا مساوية زواياه لزوايا مثلث هجد وقسمنا زاوية هجد بنصفين وكلّ واحد من نصفيها بنصفين وقسمنا زاوية ه دج بنصفين الدائرة يسبعة أقسام متساوية ، فإذا أوترت هذه الأقسام بخطوط مستقيمة حصل في الدائرة شكلا مسبعا ٣٨ متساوي الأضلاع والزوايا ، وذلك ما أردنا أن نبين .

تم الفصل ٣٩ في مقدمة ضمع المسبع , والحمد لله وحده .

[.] ٣٠ ــ مطموسة ٢١ ــ ٢٠ ــ ٣٠ ــ چـ ٣٠ ــ «آب ٢٠ ــ مطموسة ٣٥ ــ « چـ « و مــ « هــ و دري القول ع ٣٩ ــ المريد ٢٨ ــ هكذا والصواب لا شكل سبيم » ٩٥ ــ كذا و الأحرى االقول ع

بالتدارهن ارتيم

رب يسر وتمم بالخير

مقالة للعسن بن العسن بن الهيثم في عمل المسبِّع في الدائرة

إن أحد الأشكال الهندسية التي يتحدى ابها المهندسون ، ويفتخر بها المبرزون ، ويظهر بها قوة من وصل إليها : هو عمل المسبّع المتساوي الأضلاع في الدائرة ، وقد طفر بذلك يعض المتقدمين وبعض المتأخرين إلا أنه ظفر فيه بعض الدُّخل . أما الذي عمله من المتقدمين فهو أرشميدس فإن له قولا في استخراج ضلع المسبّع ، إلا أنه يسلّم مقدمة استعملها في استخراجه ولم يقدم الميسّة . وقد بينا نحن المقدمة التي استعملها أرشميدس في قول مفرد غير هدا القول وأما المتأخرون عالذي وقع إلينا لهم هو قولان : أحدهما لا يُمين فيه مقدمة أرشميدس ثم بني العمل عليها ، والقول الآخر هو قول لأدي سهل الحسين بن رستم الكوهي وهو أنه استخرج ضلع المسبع بخط قسمه بثلاثة أقسام على نسبة مخصوصة ، وهو الخط الذي به تتم مقدمة أرشميدس . ولم تجد لأحد من المتقدمين ولا من المتأخرين قولا مشروحاً يستوعب جميع الوجوه التي يتم بها عمل المسبّع . ولما كان ذلك كذلك أنعمنا النظر في يستوعب جميع الوجوه التي يتم بها عمل المسبّع ، ولما كان ذلك كذلك أنعمنا النظر في عمل المسبّع ، وبينا جميع الوجوه التي به تتم عمل المسبّع ، وما المسبّع ، وبينا جميع الوجوه التي به التم عمل المسبّع ، ولما كان ذلك كذلك أنعمنا النظر في عمل المسبّع ، وبينا جميع الوجوه التي به التم عمل المسبّع ، وعملناه بالتحليل والتركيب .

وهذا حين نبتدىء بالقول في ذلك فنقول : إنا نريد أن نعمل في دائرة معلومة شكلاً مسبعاً متساوي الأضلاع والزوايا ، يحيط به اللـائرة .

فليكن الدائرة هي التي عليها السج ونريد أن نعمل فيها مسبعاً متساوي الأضلاع والزوايا يحيط به الدائرة .

فعلى طريق التحليل نفرض أن ذلك قد تم وهو مسبع ١ده ب جزح ونصل خطوط؟

ر د پتوندا

۲ — انظر پل نص مقالت

٧ – أعاد الناسخ كتابتها في الهامش

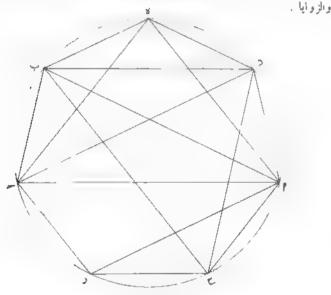
جه جد بدد دح بح ب آ ج آ ، فيحدث في الدائرة أربعة مثلثات ميسط به الدائرة ، وكل واحدة من زواياها يوقرها قوس أوقسي "من القسي / المتساوية التي يوترها ١٠٠١ أضلاع المسبع. فنقول أولا إنه ليس يقع في الدائرة مثلث يحيط به الدائرة ويوتر و كل واحدة من زواياه قوس أوقسي من القسي المتساوية التي يوترها أضلاع المسبع > ويكون غير شبيه بواحد من هذه المثلثات ، ودلك أن مثلث الحالم البح زاوية ب آج منه يوترها قوس ب ج التي هي سبع الدائرة ، فزاوية ب آج هي جزء من سبعة أجزاء من من سبعة أجزاء من من سبعة أجزاء من راويتين قائمتين ، فكذلك زاوية آج بهي ثلاثة أجزاء من سبعة أجزاء من من قائمتين ، ومثلث من وكل واحدة من زاويتي دب دح راوية ب دح سه هي ثلاثة أجزاء من سبعة أجزاء من من قائمتين ، وكل واحدة من زاويتي دب ح دح ب هي جزآن من سبعة أجزاء . ومثلث ب ح ب ح جزء > واحد من سبعة أجزاء من سبعة أجزاء ، وكل واحدة من زاويتي دب ح دح ب هي جزآن من سبعة أجزاء . ومثلث ب ح جزء > واحد من سبعة أجزاء ، وكل واحدة من زاويتي أجزاء من سبعة أجزاء ، وكل واحدة من زاويتي أجزاء من سبعة أجزاء ، وكل واحدة من زاويتي أجزاء من سبعة أجزاء ، وكل واحدة من زاويتي أجزاء من سبعة أجزاء ، وكل واحدة من زاويتي أجزاء من سبعة أجزاء ، وكل واحدة من راويتي المتحد ب حد ب حد ب حد ب المي بعنه أجزاء ، وكل واحدة من زاويتي أجزاء من سبعة أجزاء ، وكل واحدة من زاوية ب د جد ب من سبعة أجزاء ، وكل واحدة من راوية ب د جد ب حد من سبعة أجزاء ، وكل واحدة من راوية ب د جد أبراء من سبعة أجزاء من سبعة أجزاء وزاوية ب د د جزات من سبعة أجزاء ، وزاوية د ب جد أربعة أجزاء من سبعة أجزاء .

وهذه المثلثات هي أربعة عمثلثات ، وزواياها كل واحدة منها هي أجزاء من سبعة أجزاء من قائمتين ، وهي منقسمة بثلاثة أقسام وهي مختلفة القسمة * . وليس تنقسم السبعة

۲ – پوتره

٧ – نجد في المخطوطة : منت أي المثلث الأول وكتبناها مثلث – ١ – حتى لا تتداخل السطور , وستم

هذا دون الإشارة هند كتابة المثلث الباقية . ولقد كتب في الهمش بجوار النص ما يلي يه الجزء الأول آخ والثاني ح ز والثالث زج بجموعها قوس آح زج عبر المصر < ي > عام بترك ح روما للاختصار وإنما ذكر ز لتميين الجهة إذ لو قال قوس آج لاختمل ما كانت في جهة ح (مطموسة في النص) فدفعه بذكر ز سميد محمد يه ٨ - نجد في الهامش : فوع أول فوع ثاني توع ثالث فوع رابع لثلاثة أقسام أكثر من أربعة أنواع من القسمة ؛ هي الأنواع التي فصلناها . ولا يوجد أقسام السبعة هي ثلاثة أقسام وتكول؟ مخالفة لجميع هذه الأربعة الأنواع ، فليس يقع في الدائرة مثلث يوتر ١ بزاوياه حالفسي المتساوية التي توترها > أضلاع المسبع غير هذه المثلثات الأربع ، وكل واحد من هذه المثلثات إذا وجد مثلث شبيه به وقسمت زواياه نجزء جزء ١١ .نقسمت الدائرة سبعة أقسام متساوية فإذا وترت القسي حدث مسبع متساوي الأضلاع



< الشكل الأران >

فلنشرع في وجود / مثلثات شبيهة بالمثلثات الأربع ١٣ التي بينًا تفصيل زواياها ونستخرح المسبع بكل واحد منها ، ونبتدىء بالمثلث المتساوي الساقين الذي كل واحدة ١٣ من رواياه التي على القاعدة ثلاثة أمثال الزاوية الباقية ١٤ . ونريد أن نستخرح المسبع بهذا المثلث .

ه – يكون ١٠ – يوترها – ١١ – أي من قائمتين ١٢ سكذا والأنصبح : الأربعة ٢٣ – واحد ١٤ – في الحامش ثجد : مثلث

زاوية بّ دج مثل زاوية ١ ب ج ، وزاوية ١ ب ج مثل راوية ١ ج ب ۚ فراوية ب دج مثل زاوية بَجِد فَخَطَ بَدَ مثل خَطَ بَحَ. وَلَأَنْ مثلث جَبَّدَ شبيه بمثلث اللَّهِ بَكُونَ نَسِية الْحَ يل جب كنسبة ب ج لك جد ، فضرب آج في جد مثل مربع ب ج . ونجعل زاوية دب ه مثل زاویة ب اج فیکون مثلثا آب د دب متشابهین ، ویکون زاویة ب د مثل زاویة اَسَدَ ، وزاوية آبِدَ جزآن من سعة ، فزاوية بَ هُ جَ حزآن من سعة ، وزاوية جِبْ ، حزآن من سبعة مخط وَجَ مثل خط جب ، ولأن مثلث دب ه شبيه بمثلث ال ١٠٥ يكون صرب آدَ في دَه مثل مربع دَبَ ، و دَبَ مثل بِ ﴿ فضربِ آدَ في دِه مثل ضربِ آخَ في جد ، و ب ج مثل جمة ، فضرب آد في ده مثل مربع جمه ، وصرب ، ج في حد مثل مربع جه . فتعمل على خط وَج مربعاً قائم الزوابا . وليكن جُوح ، ونخرج خطي جر ه ح على استقامة إلى لم وإلى ل ، ونتوهم القطع الزائد الذي لا يقع عبيه خطا ه = جَـطُ يمرُّ بنقطة حَ٢٦ وليكن قبطعٌ ح ك ونخرج من نقطة ؞ خطأً موازياً لخط جط مهو يلقى هذا القطع ، فليلقه على / نقطة ك ، وهذا الحط يقطــع خط زح فليلته على نقطة ١٧٠. ٢٠٠٠ ـ ١ ونفصل ع مِن ١٨ مثل ح ، ونصل محطي ف ر ح ج ، فخط ح ح يقطع خط د ١٩٠٠ فليقطعه على نقطة لم فيكون جدَّ مثل دَمَ ، و ده مثل ح ن ٢٠ ، ونخرح كط ٢١ موازياً لـ رَجِّ ، فلأن خطي ہ جَ جَطَ لا يقعان على قطع حَ ك يكوں ضرب كد في دج مثل ضرب ح ، في ہ ج الذي هو مربع جمَّ ، ولكن ٢٣ ضرب ا ح في جد مثل مربع حمَّ ، فخط كد٢٣ مثل خط اج و جد مثل دم فيبقى كه مثل آد ، وضرب ١ د في ده مثل مربع جه ، فضرب كآم ٢٤ في ناح ٢٠ مثل مربع حَجَّ ونسبة ناح إلى ع ٢٦ كنسة رح إلى حمَّ ٢٧ فنسبة ضرب كم في ں ح إلى ضرب كم في م ح كنسبة رح إلى ع جالتي هي نسة مربع زَح إلى ضرب ز ع في حَجَ، أَعْنِي ضَرِبَ حَ حِكم في دن ٢٩ ، وضرب كدفي نَحَ مثل مربع زَحَ ، فصرب كمَّ في مح مثل ضرب حجة * في ١٠٤٠ ، ونخرج كال موازياً لا مح فيكون ضرب مركم في كان مثل ضرب ع مَ في فَ ر ، فالقبطع الزائد الذي لا يقع عليه خطا حر ع ٣٠٠ بمر بنقطي رَ كَ وَلِيكِن قطع رَكَ ، فإذا كان مربع مَزَ معدومَ القدر والوصع كان قبطعا زَكَ حِ كَ

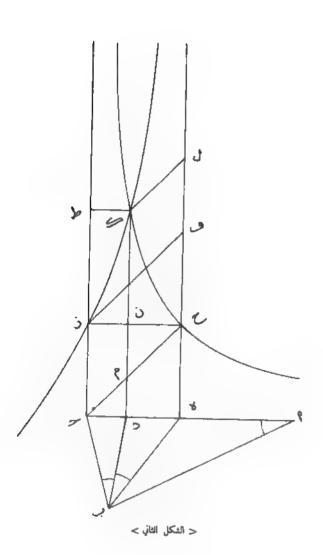
> ه۱ – ا پ ج ١٩ – طبين جزء بن الحرف ويمكن الراتب ج ١٧ - رُ التي يعني بها ز ۱۸ - چ ک ۲۳ – الكاث عليومة ۲۲ - رليکن 35-11 13-19 17-21 25-41 5 E- YV E3-40 ۲۸ – الحيم قبر وافسحة ۲۹ – د و -- YT 30-81 ۲۲ – تول 5-41

معلومي الوضع ، وكانت نقطة ك معلومة ، وكانت نقطة د معلومة ، وهي التي تعمل المسألـــة .

مشركب هذا التحليل :

فلنفرض خطأ معلوماً كيفما اتتفق وليكن . جم، و نعمل عليه مربعاً وليكن / ٥٠٠ زَج و فصل ٢ جَحَ وَخَرِجٍ وَمِ جَزَ عَلَى استقامة ، وتفصل حَقَّ * مثل حَ ، و نصل فَ زَ * و نجيز على نقطة عَ القبطع الزائد الذي لا يقع عليه خطا ﴿ جَزَ وَلَيْكُنْ قَطْعٌ حَ كُ ، وَنحيرَ عَلَى نقطة رَّ القطُّع الزائد الذي لا يقع عليه خطا جرح " ح ف ، فهذا القطع يقطع " قطع ح ك لأن هذا القطع يقرب أبداً من خط ح ل إذا أخرج ح ل على استقامة ، وقبطُع ح ك يبعد أبداً عن خط ح ل إذا أخرج ع ل على استقامة ، فليتقاطع ٢٩ القطعان ٢٩ على نقطة كَ ، ونخرج كَدَ مُوازِيا لَجَرَ * وَ كُطُّ مُوازِيًّا لَجِهِ * وَ كُلُّ مُوارِيًّا لَا مَحَ ، وَنجِعَلَ جَا مثل دَكَّ ، ونجس ا مركزاً ونلدير بسُعد آج دائرة ولتكن الله دائرة اجالة ونخرج جب مثل جه ونصل آب ب د ب ، . فلأن اج مثل كد يكون ضرب آخ في جد مثل ضرب كد في دج، الذي هو مثل ضرب دَك في كُمَل ، الذي هو مثل ضرب رّح في ح ۽ ، الذي هو مثل مربع جَه . فضرب آج أي جَد مثل مربع جَه ، أعني مربع جَب . فلأن كَد مثل جَا و جَدَ مثل دَمَ يَكُونَ آدَ مثل كَمَ ، وَلَأَنْ ضَرِبَ مَـ كَ فِي كُولَ مثل ضَرِبَ جِزَ فِي رَفَّ يكون ضرب كَمْ في مَحْ مثل ضرب زَّجِ في جح ، ونسبة مح إلى ح ن كنسبة جع إلى حَ زَ ، فنسبة ضرب كم في مح إلى ضرب كم في ح ن كنسبة ضرب جح في ح زَ إلى مربع ح ز ، التي هي نسبة ضرب ف ر في زح إلى مربع زَّج وضرب كار في رح مثل ضرب فَــزَ فِي زَجَّءَ فَضَرب كَمَّ فِي حَنَّ مثل مربع رَجَّ، الذي هو مربع جه. و نَحَ مثل ده و كَمَمثل ا د فضرب آد في ده مثل مربع جَه ، أعني مربع جَزَ . ولأن ضرب آجَ في جدُّهُ عَمْلُ مَرْبِعَ جَبُّ يَكُونَ مَثَلَثُ جَبِّ دَ شَبِيهَا عَثَلَثُ آبِ جَ ، فزاوية ب دَجَّ مثل زاوية ابَ ﴿ وزاوية جَدَدَ مثل راوية بِ اجَ / وزاوية اب جَ مثل زاوية اجب فزاوية ﴿، ب دج مثل زاوية بجد، فخط ب د مثل خط ب ج ، فضرب اد في د ، مثل مربع دب،

٣٣ - ح ر ٣٤ - و ر ٣٥ - د ح ٣٦ - تقطع ٣٧ - ح د ٣٨ - كتبها أولا : فليتقاطعا ثم صححها عليه ٣٩ - القطعنان : ٤ - لحد ٢١ - كتبها لحاء ولكنه صفر اللام فأصبحت مثل كا. ٢٤ - وليكن ٣٤ - مطموسة في ١٤ - حده



قزاوية مد دمثل زاوية اسد ، وزاوية دسه مثل زاوية ساد ، فزاوية دبه وه مثل زاوية ساد ، فزاوية دبه وه مثل زاوية مد يكون نسبة آب إلى سجام كنسة بد إلى دخو بج مثل سد و بد مثل و بد المنسة اب إلى بد كنسبة اج إلى بد ونسبة و حالى جد ونسبة و حالى جد ونسبة و حالى جد ونسبة و حالى جد ونسبة الحالى بالى بد كنسبة الج إلى بد كنسة اله إلى و الباقي و قنسبة الب إلى بد كنسة المنافقة المنافقة به متساوية و كنسة المنافقة بن متساوية و كنسة المنافقة بن متساوية و كنست الزاوية الباقية بنصفين كانت الزوايا الثلاث مثل الزوايا الثلاث التي عند نقطة ب ، فيصير زوايا مثلث اب مقسومة وسبع زوايا مثلث اب مقسومة وسبع زوايا مثلث اب مقسومة و كنسة و المنافقة .

وإدا عمل في الدائرة مثلث شبيه بمثلث . حج وقسمت زاويتا قاعدته بزوايا كلُّ واحدة ٤٧ منها مساوية لكل واحدة من الزوايا الّتي عند نقطة ب وأخرجت الخطوط التي تقسم ٤٨ الزاويتين إلى محيط المائرة سبعة ٤٩ أقسام متساوية فإذا أوترت القيسيُّ بالخطوط المستقيمة حدث في الدائرة شكل ذو سعة أضلاع منساوية ومتساوي الزوايا . فيهذه الطريقة يمكن أن يعمل في الدائرة مسبع متساوي الأضلاع والزوايا ، وذلك ما أردنا أن نعمل .

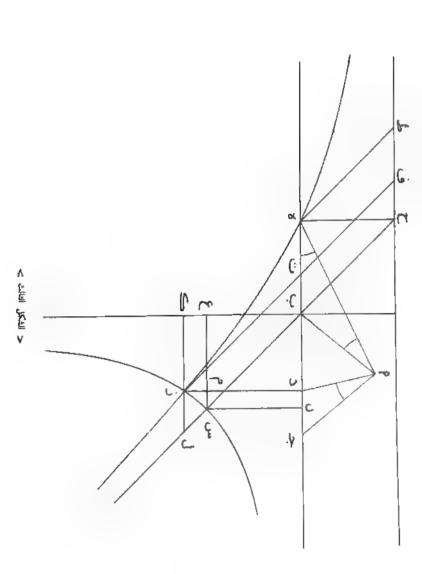
وأيضًا فإنا / نفرض المثلث المتساوي الساقين الذي كل واحدة ° من زاويتيه التي ° ٢٠٣ على قاعدته جزآن والر ويسة الباقيسة ثلاثـــة أجزاء ونستخرج ٣ المسبع بهذا المثلث .

فعلی طریق النحدیل نصرض أن قد وجدنا مثلثا عبی هذه الصمة ، ولیکن مثلث آب ج ، هلیکن کل واحدة ۴ من زاویتی ب جرجر آین ۴ ویکون زاویة آثلاثة أجزاء، ونجعل زاویة ب ا د جز آین ۴ ح و نخرج جب إلی ، ونجعل ب ، مثل ب فیکون مثلث آب د شبیها عثلث آب ج ، ح و > لأن زاویة جرز آن فیکون ضرب جب فی ب د مثل مربع ب ه ، و مصل آه فیکون راویتا ب ۱۰° سه ، متساویتین ، فکل واحدة منهما جزء واحد لأن زاویة آب جرز آن وزاویة جاد جزء واحد . ح و > لأن زاویة ب آ د جز آن وزاویة ب ، ج ثلاثة أجراه فیکون راویة جاد مثل زاویة آه ج ، فیکون مثلث ا د ج شبیها ا

ه ي الماء مطموسة ٤٩ ـــ مطموسة ٤٧ ـــ واحد ٤٨ ـــ يقسم ٤٩ ـــ المقصود القسم محيط الدائرة سبعة أنسام ٥٥ ــــ واحد. ٥٦ ــــ إلتي جائزة على ضعف والأولى : اللئين . ٥٣ ـــ كتيت هكذا بر ريستخرج ٣٥ ــــ وإحد ١٤٥ ــــ عند ٥٠

بمثلث المجه ، فضرب ه ج في جد مثل مربع آج ، و اج مثل اب ، و اب مثل ب ه فضرب وَجَ فِي جَدَ مثل مربع بَ وَ ، فضرب وَجُ فِي جِد مثل ضرب جَبَ فِي بَ دَ . فنقيم مُهُ على⁰⁴ خط ب ، عمود ه ح ونجعل ه ح مثل ب ، ونخرج من نقطة ح خط ح ط موازيا لخط⁰⁴ بَ وَنَجُعَلَ حَ مَلَ مَثْلُ ءَ بُ وَنَصَلَ حَبُّ طَ ءَ وَنَخْرِجِ حَبُّ ۚ عَلَى اسْتَقَامَتْنِي جَهة بَ وَنَقْيِمِ عَلَى خط بَ وَ عَمُود بُ كُ وَنجَعَل بَ كَ مثل بَ جَ ، وَنَخْرِج من [من] لقطة كَ خطأ موازيسا لخطه ٩ ب ج ، وليكن كال ، فهو يلقى خط ح ب ٦ ، فسيلقُّه على نقطة لَ ، فيكون لَ ك مثل كمبُ لأن ب مثل وح ، وتخرج من نقطة د حطاً موازياً لخط ب ك ، وليكن دَزَ ، فهو يقطع خط بـ ل ، فليقطَّعُه على نقطة . ، ونخرج من نقطة رُ ١١ خطأ موازيا لخط ل ح.، فلیکن رَنَ ۲۲ ، ونجعل ب ن^{۳۲} مثل ب م^{۹۲} ، ونخرج _{دا}س موازیا لب کم، و سرع موازیا أَبَّج، فيكون نَاع ٦٠ مربع ب ١٦٠، ويكون ضرب ب كني كار مساويا لمردم ۖ ٢٠٠٠، فيكون ضرب د رَ / في رَكُّ مثل ضرب نَ سَ في سَعْ ، فالقطع الزائد الذي بمرُّ بنقطة ٢٠٠٠ ا س < و > الذي لا يقــع عليه خطــا د ب بَّ عجــرً بنقطة ر ، فليكن دلك القطع قطع من ز . ولأن نسبة ل ب إلى ب ك المساوي ل ب ج كنسبة ح ٢٠٠ إلى ب ١٨٥ و كنسبة الجميع إلى الجميع ، فنسة ل ح إلى ه ج٦٠ كنسبة ح ب٦٠ إلى ت ٦٨ التي هي نسبة ضرب ح ب في تَ ، إلى مربع ب ، . فنسبة ضرب لَ ع في جد إلى ضرب ، ج في جد كنسبة ضرب ع ب في بَه إلى مربع به . وضرب وُج في جَد مثل مربع به ، فضرب لَح في جَد ٢٠ مثل ضرب ہے یہ فی ب ہ ، و جَدّ مثل لہٰ ٓ ، و ں ز مثل ح ف ، و ل نے مثل ر ف ، فعمر پ فَ زَلَ مثل ضرب ح ب في بِّ ه ، أعني ط ، في مَّبّ . فالقطع الزائد الذي بمرَّ بنقطة ولا يقع عليه خطا ل ح ح ط يمر ننقطة ر ، فديكن ذلك القطع قطع ، ر . فقطة ر هي تقاطمٌ ٧١ قطعين زائدين . فإذا كان خط ب م معموم القدر ٧٧ والوضع كان سطح ب ط٣٧٠ معموم القدر والصورة ، وكان مربع نء ٧٤ معلوم القدر والصورة ، فكانت نقطة سّ منه معلومة " ، وكان خطأ كَابَ بِحَ معنومي الوضّع ، وكان قطع سَرَرَ معلوم الوضع ، وكان٣٠ خطاح ل ح مل معلومي الوضع ، ونقطة ، تكون٧٦ معلومة فقطع ، رّ يكون معلوم الوضع ، فنقطة رّ هي تقاطع ٢٧ قطعين معلومي الوضع .

> ٨ = كتبا الناسخ قوق النظر ۷ء – فيقسم ه ۲ د چ ب وه — عنظ 8 4- 70 33-98 . 3 - 11 13-31 40-75 3-31 ۷۱ – يقاطم ٧٧ -- العلم ٠٧- ل د 7 E - 74 77-15 * 3 - 3A ٧٦ – يکوڏ ه ۷ – فكان ع ٧ - النون معلموسة -۷۷ – يقاطر ۷۲ سرط



فإذا أخرج / من نقطة ر عمود زَ دَ^{۷۸} ، وأخرج عمود رَ كَلَ ، وجعل بَ ج مثل _{۴،۹ ب} لَ كَ ، كَانَ دَجَ مُشَــلُ لَ زَ ، فكـــانُ ضَرَبِ جَبَ فِي بَدَ مثلٌ مربع بَ ، المعلوم ، وكان خطا بَ آ اَجَ كُلُّ واحد منهما مساو ۴۷ لخط ^۸ بِ ، المعلوم .

فَلْمُرَكِبُّ هَذَا التَّحَلِّيلِ . فَنَفُرض خطأً معلومًا ، وليكن ب ، ، ونجعل ب ن ٨٠ مثل بَهُ ، ونعمل على بَ لَ مربعا ، وليكن بَ نَ س عَ ، ونجيز على نقطة سَ القطمَ الزائد الذي لا يقع عليه خطا ب ٢٦٠ بع وليكن قطع سرز ونصل ب س ، وننقذه في الجهتين ٨٣ إلى آخِ وَإِلَىٰ لَ ، وَنَخْرِجِ مِن نَقَطَةً يَا عَمُودَ بَاحَ، وَنَجَعَلُهُ مِثْلُ أَنِّ ، وَنَخْرِجِ حَظَ مُوازِياً لَا بَاهَ و عَظَ مُوازِياً لَا بَاحَ ، ونجيز على نقطة ، القطع الزائد الذي لا يقع عليه خطأ الرح عَظَ فهذا القطع يقطع قطع سرز لأنه يقرب أبدا من خط حَلْ ، فليُقطعُه على نقطة ز ، ونخرج من نقطة زّ خط زَّد موازيا لخط ٨٤ كب٨٠ ، ونخرج كَازِل موازيا لخط ٨٤ ب. د ، ونجعل د ج مثل زَ ل ، فيكون ب ج مثل كل ، أعنى كب ، فيكون ضرب جب في ب c مثل مربع ب. < الذي هو > نرَحَ الذي هو مربع ٨٦ ، فيكون ضرب فرز في زل مثل ضرب ط ، في مَب ونسبة ل ب الى ب ك - أعني ب ج - كنسبة ح ب إلى ح ، - أعني ب ه- وكنسبة ع لَ إِلَى وَجِهُ ، فَنَسِبَةً عِبَ إِلَى بِ وَ الْعَنِي نَسِبَةً ضَرِبُ طَ وَ فِي وَبِ إِلَى مُرْبِع بِ وَ – كنسبة حَلَّ إِلَى وَجِ ، فنسبة ضرب ط ، في وب إلى مربع وب كنسبة ضرب حَلَّ في دج إلى ضرب مَجَ في جَدَ ، وَجَدَ مثل ل ز ، و ح ل مثل ف ز ، فنسبة ضرب ف ز في ز ں الى ضرب وَج في جد هي كنسبة ٨٨ ضرب ط ه في وب الى مربع وب ، وضرب ف ز في رآل مثل ضرب طآء في وب ٨٠٠ ، فضر ب وج في جدّ مثل مربع ب ء ، فضرب وج في جدّ مثل ضرب جب في باد ، فنسبة وجالى جب كنسبة بدالى دج، و مجأعظم من جب ، ف دب / أعظم من دَجَ ، ف ب ن أعظم بكثير ِ من دج ، فخطا ب ١٠٥ ب ١١٥ أعظم ٢٠٠٠ ا بكثير مــــن ـــــــن بــــــــــ فقد يمكن أن يُعمل من خطّوط . ب ب ٢٠٠ بـــــــ مثلث . فليكن ذلك مثلث ب اج ، فيكون كلُّ واحد من خطي ب ا ج ا مثلٌ خط ب ، ، فضرب جَـــ ر في بدد مثل مربع به آ ، فعثلث أل د شبيه بمثلث أل به ، فزاوية ١٠ د مثل زاوية أجلَ ،

۷۸ - در ۷۹ - مساوی ۸۰ - بخط ۸۰ - ب ل ۸۰ - د ب ۸ - کیفین ۸۵ - بخط ۸۵ - کار ۸۹ - ن ح اللای هر مربع : فوق المنظر ۸۷ - ح - ۱ ۸۸ - نفسیة ۵۹ - در ۵۰ - د د ۲۰ - د ل ۲۰ - ب ل

وزاوية آدب مثل زاوية بآج، وضرب ه جني جود مثل مربع به فهو مثل مربع جآ، فمثلث آدج شبيه بمثلث اه جوزاوية جآد مثل زاوية ، ه جو، وزاوية آب حضعت زاوية المح لأن اب مثل به م فزاوية آب ج¹⁸ ضعف زاوية جآد، فزاوية آدب ثلاثة أمثال راوية جآد وزاوية آدب مثل زاوية بآج، فزاوية بآج ثلاثة أمثال زاوية جآد، ومثلث ¹⁸ آب جو متساوي الساقين اللذين هما آب آج فكل واحدة من زاويتي آب ج

فإذا عُمل ٢٦ في الدائرة مثث شبيه ممثلث اب وقُسمت كل واحدة من زاويتي قاعدته بنصفين وفُصل من زاوية رأسه مثلُ زاوية قاعدته وقُسمت ننصمين انقسمت روايا المئلث سبعة أقسام متساوية . فإذا أخرجت الخطوط التي تفصل ٢٠ الزوايا إلى محيط الدائرة انقسم محيط الدائرة سبعة أقسام متساوية . / فإذا أوثرت بالخطوط المستقيمة حدث في الدائرة ٥٠٠ مسبع متساوي الأضلاع والزاويا ، وذلك ما أردنا آن نعمل .

وأيضاً فإنا نفرض لمثلث المتساوي الساقين ، الذي كل واحدة من زواياه التي على قاعدته جزء واحد ، وزاوية رأسه خمسة أجزاء ، ويُستخرج المسبعُ بهذا المثلث على طريق التحليل .

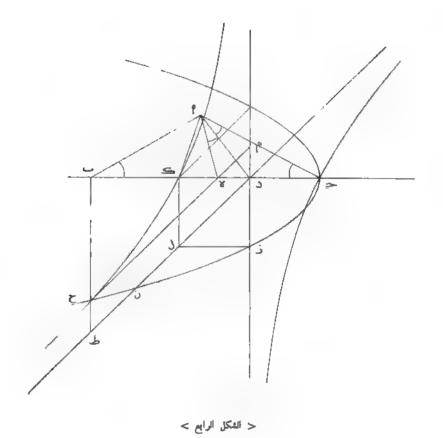
نفرض أنا قد وجدنا مثلثا على هذه الصفة ، وليكن مثلث ا ب ب وليكن كل واحدة من زاويتي اب ج اجب ٩٠ جزءا واحدا ، ويكون زاوية ب اج خمسة أجراء . ونجعل زاوية جاد مثل زاوية اب ج ، فلأن زاوية حاد مثل زاوية اب ج ، فلأن زاوية حاد مثل زاويه اب ج ، فلأن زاوية حاد مثل زاويه اب ج يكون مثث اجد شبيها بمثلث آب ج ، فيكون نسبة ب إلى جا كنسبة اج إلى ج د ، فضرب ب ج في حد مثل مربع جا [و] و جا مثل اب ، فضرب ب ح في حد مثل عربع اب . ولأن زاوية دا ، مثل زاوية اب د يكون مثلث آده شبيها بمثلث اب د ، فضرب ب د في ده مثل مربع دا ، و دا مثل دج لأن زاوية جاد مثل زاوية اجد ، فضرب ب د في حد مثل مربع د ح ، ولأن كل واحدة ٩٩ من زاويتي جاد دا ، مساوية لزاوية اب د المساوية لزاوية باب ، وزاوية ب اج خمسة

په⊸الجروٹ عموۃ چه⊸قطش مه⊸اډید چه⊸مطت په⊸امار په⊸الجروٹ عموۃ چه⊸وامد

أَمْثَالُ زَاوِيةً آجَبَ ، وزَاوِيةً مَآجٍ ضَعَفَ زَاوِيةً آجَبَ ، فزاوِيةٍ بِآهَ ثَلاثَةً أَمْثَال زاوية آجِبَ ، فزاوية به أه مثل زاوية أه ب ، فخط أب مثل خط به ، فضرب به في جَد مثل مربع ء ب . ونجعل دَك مثل دَج ، ونقيم على نقطة كَ عمود كَلَ ونجعله مساويا ا كَدَ ، وَنَقَيْمُ أَيْضًا عَلَى نَقَطَةً ذَ عُمُودُ دَرَّ وَنُعَلَّهُ مَسَاوِيًا لَـ دَكَ ، وَنُصِل زَكَ دَلَّ ، ونقيم على نقطة ب عمود برح ١٠٠ ونجعله مساويا لرب ١٠١ ونصل حـ ونبعده إلى م ، فيكون دَمَ مثل / دَمَ ، ونخرج خط دَل ١٠٣ إلى أن يلقى خط سَاح . فلنَّيلُمَّة على نقطة طَ. ٢٠٩-١ فلأن حَبُّ مــــواز ِ ا دَم يكون نسبة حَ. إلى الله الكنبة مَم الى الله وكنسبة عَم إلى بَ د ، ونسبة ح ، إلى أب كنسبة زكر إلى كرداً ، فنسبة ح م إلى ب د كنسبة زكر إلى كد ، ونسبة حمد إلى بد هي كنسبة ضرب عدفي هد حالي ضرب بدني هد > ، فنسبة ضرب مّ م في ٥٠ < إلى > ضرب ب د في ٥٠ هي نسبة رك إلى كد ، أعني نسبة زك إلى كل التي هي نسبة ضرب زك في كل إلى مربع كل . وضرب بّ د في ٥ د مثل مربع دج° ۱۰ المساوي لا کال ، فضرب ح بر في ده مثل ضرب زكَّ في كَلَّ . و «دَ مثل دم ، و دم مثل ح ط ، فضرب ح م في ح ط مثل ضرب ١٠٦ ز ك في ك د . فالقطع الزائل الذي يمرُّ بنقطة كَ ولا يقع عليه خطا ﴿ لَـ دَطَّ يمرُّ بنقطة ﴿ . فليكن ذلك القطعُ قـطعَ كَـرُّم. ولأن ضرب بَجَ في جد مثل مربع ﴿ بَ ، و ﴿ بَ مثل سَحَ ٢٠٧ يَكُونُ الْقَطْعُ الْمُكَافَى ۗ – الذي سهمه ب ج وضلعه القائم دج ورأسه نقطة ج – بمرَّ بنقطة ح . فليكن ذلك القطعُ قبطع جَے ، فيقطة ح على تقاطع القطعين فإذا كان دج معبوماً كان القطعان معلومي الوضع ، وكانت نقطة لم معلومة وكانت نقطتا ١٠٨ ، ب معلومتين .

مَّلْمُرَكِبُّ هَذَا التحليل . فنفرض خطأً معلوماً ، وليكن جَدَ ، ونقسمه بنصمين على نقطة د ، ونقيم على نقطتي د ك عمودين . وليكونا در كان ، ونجعل كل واحد من در كل مساويا لا كود ، ونصل رك دل المائل مساويا لا كود ، ونصل رك دل المائل مساويا لا كود ، ونصل رك دل المائل مناه المقامة إلى ط ، ونجيز على استقامة في جهة كود الدي لا يقع عليه خطا زد ده أم وليكن قطع كر ، ونخرج دك ١٠٠٠ م على استقامة في جهة كود أسم على نقطة جَ القطع المكافى الذي سهمه جكو ورأسه نقطة جَ وضلعه القائم خط حد ، وليكن قطع جمح ، فهذا القطع يقطع خط دط لأن كل خط

۱۰۰ سیچ و دو سید ۱۰۴ سید ۱۰۴ سید ۱۰۶ سید ۱۰۱ سیر ۱۰۷ سید ۱۰۸ سیکستا ۱۰۹ سیکن ۱۱۰ سیدن



يقطع١١١ سهم القطع المكافىء فهو يقطع محيط القطع على نقطتين عن جنبني السهم، فقطمُ جع ١١٧ يقطع خط دط ، ثم إذا تجاوز خط دط بعد عن خط دط وذلك أن الحط الذي يخرج من نقطة التقاطع مماسًّا للقطع يقطع خط دَطَّ ١١٣، وإذا أخرج في الجمهتين بَعُدُّ عن خط دَطَّ . والقطع دون الحط المماس قطع جَحَ المكافىء إذا بَعْمَدٌ عن نقطة التقاطع بَعُدُ عن خط دَ طَ ، وقطع كرح كلما خرج قَرُبُ من خط دَ طَ . فمن أجل ذلك يلزم أن يتقاطع القطعان . فليتقاطع القطعان على نقطة تح ونخرج عمود تح على سهم القطع المكافىء، ونخرج من نقطة تح أيضاً خطا موازيا لحط دلاً ١١٤ ، وليكن ح و ، ، فيكون كل واحد من مثلثي عب م مدم شبيها بمثلث دكل ، فيكون عب١١٠ مثل ب م و مد مثل دم ، ويكون نسبة ح م إلى مب١١٦ كنسبة ل١١٧٠ إلى دكم [وكنسبة ن د إلى دكم] وكنسبة مه إلى ه د وكنسبة حم إلى بد. فنسبة ع م إلى بدد كنسبة ل د إلى د ك ، أعني نسبة زكالى كل. فنسبة ضرب ح م في ه د إلى ضرب ب د في ده كنسة زكال كل الى هي نسبة ضرب رَكَ في كُلُّ إلى مربع كَلَّ . و ه د مثل دم و دم مثل حط ، فنسة ضرب ع ١١٨ في حط إلى ضرب ب١١٦٠ في ده كنسة ضرب زك في كال إلى مربع كَلُّ . وضرب ح م في ح طَّ مثل ضرب زك في كل ، فضرب ١٣٠ ب د في ده مثل مربع كُلُّ ، أَعْنِي < مربع > دَكَ ، و دَكَ مثل دَجِ ، فضرب تَ دَ في دَءَ مثل مربع دَجَ. ولأن تَاجِ ضَعَفُ جَدًّ ، يكون ضرب كَجَ في جَدَّ ضعف مربع كُلَّ ، فبكون نقطة لَّ في داخل / القطع ، فالقطع يقطع خط دط من وراء نقطة لَ ، فنقطة حّ من وراء نقطة ل ، ٧٠٧ -١٠١ فخط عب من وراء خط کل ، فخط ب د أعظم من خط د کم . وضرب ب د في ده مثل مربع دَك ، فده أصغر من دَكَ ، فهو أصغر من دج. و ه جأقلٌ من ضعف دج. وضرب بَ جَ فِي جَدَ مثل مربع جَ بَ ، وحَ بَ مثل بَ ۽ ، فضرب بَجَ فِي جَدَ مثل مربع مَبَ ، فضرب بَ جَ فِي جَهَ أقل من ضعف مربع دب ، فرج أصغر من دَبِ ، فضعف ه ب أعظم من ب ب ، فيمكن أن نعمل على خطب مثلثًا ١٣١ متساوي الساقين يكون قاعدته خط ب ب وضلعاه الياقيان كل واحد منهما مساور ل ب ، ، فليكن ذلك المثلث مثلث آب ب . ونصل آد آلَ . فلأن آجَ مثلُ مِبَ يكون ضرَّبِه بَجَ في حدَّ مثل مربع جَ آ ، فمثلث

۱۱۱ – يقع ۱۱۲ – دح ۱۱۳ – د ۱۱۹ – د ۱۱۹ – د ۱۱۹ – ه ۱۱۷ – نا د ۱۱۸ – أعادكتاية الحرف الأشهر من ضرب فكتب ب ح د ۱۱۹ – د د ۱۲۰ – وضرب ۱۲۱ – مثلث

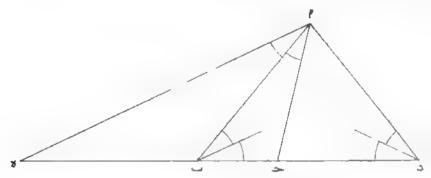
آج د شبیه بمثلث آب ج، ولسبة ب ح إلی ج آکنسبة آج إلی جد ، فراویة ج آد [شبیه بمثلث] حساویة لزاویة > آب ج المساویة لزاویة ، جب ، فزاویة ۱۳۲ ج ۱ د مثل زاویة ، جب ، فخط آد مثل زاویة ، جب ، فخط آد مثل زاویة ، جب ، فخط آد مثل زاویة آب د المساویة لزاویة آج د ، فمثلث آده شبیه بمثلث آب د ، فزاویة د، و مثل مربع د، ، فمثلث آده شبیه بمثلث آب د ، فزاویة آب د المشاویة لزاویة آج د ، ولأن آب مثل ب ، یکون اجب جز واحد حر تکون > به زاویة ب آه ثلاثة أجزاء ، ولأن آب مثل ب ، یکون واحد ، وراویة ب آه مثل راویة ب ه ، فزاویة ب آه ثلاثة أجزاء بالمقدار الذي به زاویة آج ب جز واحد ، وراویة ج آه بهذه الأجزاء جر آن ، فزاویة ب آج خمسة أجزاء بالأجزاء الي بها الدائرة مثلث شبیه بمثلث مناب ج و وصلت زاویة ب آج ، حس زوایا > کل واحدة منها مساویة لزاویة آب ج الب ج انقست روایا المثلث سبعة أجزاء متساویة ، وإذا أحرجت الحطوط حتی تمقی ۱۲۴ عیط الدائرة ، انقسمت الدائرة سبعة أقسام متساویة ، وإذا أوترت القستي بالحطوط می مستقیمة گ / حدث في الدائرة مسع متساوی الأضلاح والزوایا ، وذلك ما آر درا أن نعمل ، ۲۰۱۰ مستقیمة گ / حدث في الدائرة مسع متساوی الأضلاح والزوایا ، وذلك ما آر درا أن نعمل ، ۲۰۱۰ مستقیمة گ / حدث في الدائرة مسع متساوی الأضلاح والزوایا ، وذلك ما آر درا أن نعمل ، ۲۰۱۰ مستقیمة گ / حدث في الدائرة مسع متساوی الأضلاح والزوایا ، وذلك ما آر درا أن نعمل ، ۲۰۱۰ مستقیمة گ / حدث في الدائرة مسع متساوی الأضلاح والزوایا ، وذلك ما آر درا أن نعمل ، ۲۰۱۰ مستقیمة گ

وأيضا فإنا نعرص المثلثالذي إحدى; واياه جزء واحد والزاوية الأخرى جزآن والزاوية الباقية أربعة أجزاء وتستخرج السبم بهذا المثلث .

فعلى طريق التحليل تعرض أنا قد وجدنا مثنثا على هذه الصفة ، وليكن مثلث آ آ ج ، وليكن راوية آ ١٣٠ و منه جز ع ١٣٠ و احدا وزاوية آ منه جز أين ١٣٧ وزاوية آ منه أربعة أجزاء ، ونجعل زاوية آ جد جزءاً واحداً ، فيكون زاوية آج د ثلاثة أجزاء ويكون زاوية الجزاء ، ونجعل زاوية آجزاء لأنها مثل زاويتي اب ج ب ج د ، فيكون مثلث آج د هدو المثنث الأول من المثلثات التي استخرجناها . فإذا استخرجنا المثنث الأول كان شبيها بمثلث آ دج . فإذا جعنا ١٠٧ راوية دب مثل راوية ج آد صارت زاوية آج و أربعة أجزاء وصارت زاوية آب ج جزأ ين ١٧٧ كانت زاويسة ج آب ثلاثة أحزاء لأل زاوية آب ج جزأ ين ١٧٧ كانت زاويسة ج آس ثلاثة أحزاء لأل زاوية آب ج جزآ ١٩٧٠ ، فيكون مثلث س و ج هو المثنث الشاني من المثنثات التي استخرجناها . فإذا جعلنا زاوية و ج آ مثل زاوية و ج ب صارت زاويسة آجر من المثنثات التي استخرجناها . فإذا جعلنا زاوية و ج آ مثل زاوية و ج ب صارت زاويسة آجر أربعة ١٣٠٠ أجزاء وصارت ج آب جزءا واحدا . وأيضا فإذا إذا جعنا زاويسة آجر

۱۹۲۶ - زاریة ۱۹۶۱ - سامران ۱۹۶۶ - یلتی ۱۹۹۱ - ب ۱۹۹۱ - جزآ ۱۹۷۱ - جزائین ۱۹۷۸ - جمان ۱۹۹۱ - جزائی ۱۹۳۱ - ایسة مثل زاوية جاز كالت زاوية رَجِب ثلاثة أجزاء ، فيكون زاوية آرج خمسة أجزاء لأنها مثل زاويتي رَجِب جَبَر فيكون مثلث آرج هو المثلث الثالث من ، المثلث التي ستخرجناها. فإذ جعلنا زاوية / رجد مثل زاوية جزد التي هي جرآن لأنها مثل زاويسي احز جار ٢٠٨ - اصارت حزاوية حدراً ۴ ثلاثة أجزاء . ثم إذا جعما ز وية جاز حجزءا واحدا والحدا حارت راوية آجب أربعة أجزاء وز وية جاب جزءا واحدا فيكون راوية آب جغزأين ١٣٧ ، همثلث آب و رجع إلى كل واحد من المثلثات الثلاث التي قسمنا بيانها . فسإذ أردنا ١٣٧ عمل المسبع بالمثلث الذي إحدى زواياه جرء واحد والزاوية الأخرى جزآن والثائثة أربعة أجزاء استحرجنا واحدا من المثلثات التي تقدمت وزدنا في إحدى زواياه الزيادة التي بيناها الآن . فنجد بالملك المثلث الذي إحدى زواياه حزء واحد والأخرى جسرآن والثائثة أربعة الآن . فنجد بالملك المثلث الذي إحدى زواياه حزء واحد والأخرى جسرآن والثائثة أربعة أو بعة أجزاء .

وقد يمكن أن يعمل ١٣٣ هذ المثلث من غير أن يُردَّ إلى واحد من المثلثات المتقدمة . فلتُنعُـد المثلث ونخرجٌ ب حدي الجهتين ونحعل ١٣٤ جَد مثل جا و ٢٠٥ مثل ب ا ، ونصل آه آد



< الشكل الخاس >

فلأن زاوية آجَبَ أربعـــة أجزاء بكون آدَجَ جزأين ۱۳۷ وزاوية آبَجَ جــــزأين ۱۳۷ فزاوية < ب١د ثلاثة أجزاء وزاويتا آبَدَ > آدَب ۱۳۹ منساويتان ۱۳۹ ، مخط آدَ مثل خط

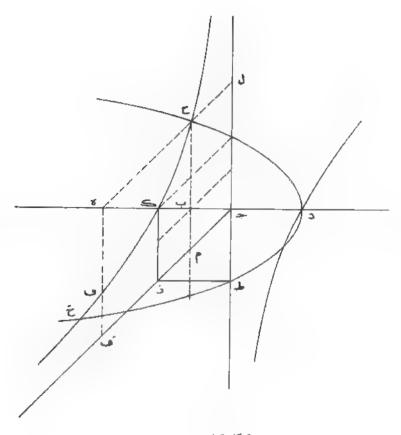
۱۳۱ – اجزاء ۱۳۲ – أدرقا ۱۳۴ – يمبل ۱۳۴ – رنجطه ۱۳۳ – مها د ۱۳۲ – مصاريتان آب ، و اب مثل ب ١٣٧ ، و اد ١٣٨ مثل ب ه . و لأن زاوية آب ج جزآن يكون زاوية اب م جزآن يكون زاوية اه ب عزءا واحدا ، فزاوية اه ح مثل زاوية ب آج ، فمثلث آب ج شبيسه بمثلث آه ج، فضرب ه ج في جب مثل مربع ج آ ، و ج آ مثل ج د فضرب ه ج ١٣٩ في جب مثل مربع ع أجزاء، خد . ولأن آج مثل ج د يكون زاوية د آج مثل زاوية اد ج ، و زاوية اجب أربعة أجزاء، عزاوية د آج مثل زاوية د آج مثل زاويسة آب ج ، فمثلث اد ج شبيه بمثلث آب د ، فضرب ب د في د ج مشل مربع د ۱ ، و د آ مثل ب ه ، فضرب ب د في د ج مثل مربع د آ ، و الحط المقسوم على هذه النسبة هو مثل مربع ب و و الحط المقسوم على هذه النسبة هو الذي يسم مقدمة أرشميدس . و هذا الحط هو الذي قسمه أبو سهل الكوهي و ركب منه النبث الذي إحدى رواياه جز ١٤٠٠ واحد و الزاوية الأخرى جرآن و الزاوية الثالثة أربعة أجزاء ، واستخرج به ضلع المسبع .

ونحن نقسم هذا الحط بطريق غير الطريق الذي قسم به أبو سهسل ونبيس قسمة ١٤٢أولا بالتحليل . فنجعل ج ك مثل جد ونقيم على نقطة ك عسسود كر ١٤٢ ونجعله مساويسا
لاكج ، ونخرج من نقطة ر خطا موازيا لاكج ، وليكن زط ، ونجعل رط مثل زك ،
ونصل رج ط ك ، ونقيم على نقطة ج عمود جل ح على خط ب ج ونخرج ب ح عسودا
على ب ج ونجعل سح مساويا له ب و . فخط ب ح يقطع زج على نقطة م > ونعمل على
نقطة د القطع المكافىء الذي سهمه خط دب وضلعه القائم دج ح ولأن ح ب مثل ه ب
ومربع ، ب مساويا لفرب ب د في دج يكون مربع ح ب مساويا لفرب ب د في دج ،
هيمر القطع المكافىء بنقطة ح > وليكن قطع د ح ١٤٤ . و نرسم على نقطة كر القطع الزائد
هيمر القطع المكافىء بنقطة ح > وليكن قطع د ح ١٤٤ . و نرسم على نقطة كر القطع الزائد
فيكون ح مساويا لهرب ، ولكن ضرب ، ج في ج ب مساويا لهرب ، فيكون ضرب
مح في ج ب مساويا لفرب كر في كر ويكون نسبة ح له إلى ب ج كنسبة م جه إلى ب ج
وكنسبة رج إلى ك ج ، فيكون نسبة ضرب ح ل في م ح إلى ضرب ب ح في م ح كنسبة
ضرب زج في كر إلى ضرب ك ج في كر ، فيكون ضرب م ح في ح ل مثل ضرب زج

۱۳۷ - د ۱ ۱۳۸ - د ۱۳۹ - کرر یا، ما قبلها فکتها ب د ج ۱۱۰ - مقسومة ۱۱۱ - د ۱۲۷ - د ۱۱۲ - د د في كرز ، فيكون تم على القطع الزائد > * فهذا القطع يقطع قطع درج ١٠١ لأن هذا القطع أعني الزائد يقرب ١٠٠ أبدا من خط جل والقطع دلكافيء يقطع جل ثم يتجاوزه ويسد عنه ، فليتقاطع القطعان على نقطة ح ، فنقطة تح من وراء خط جل ، أعني مما يلي نقطة لله ١٠١ لأن القطع الزائد يكول أبدا من وراء خط جل * . ونحرح من نقطة تح عمود حب ونخرج تح ، موازيا لحط ١٠٠ رَج ، فإذا كان خط جد معلوما كان حك معموم القامدر والصورة وكانت نقطة تح معلومة فيكون القطع والوضع ، فكان شكل كر ط معلوم القدر والصورة وكانت نقطة تح معلومة فيكون القطع الزائد معلوم الوضع ، فنقطة بم معلوم الوضع ، فنقطة بم معلومة هي التي تعمل المثلث ١٠٠ .

ولتركب هذا التحليل . فنفرض خطا معنوما ، وليكن كاد ، ونقسم بنصفين على القطة ج ، ونقيم على نقطة ك عمود كر ونجعله مثل كج ، ونخرج من نقطة ر خطا موازيا لحط الحاكد و ليكن زط ، ونجيز على نقطة كالقطع الرائد الذي لا يقع عليه خطا رح جل ، فقطة ج عمود جن ، ونجيز على نقطة كالقطع الرائد الذي لا يقع عليه خطا رح جل ، ونخيز على د القطع المكافىء الذي سهمه كاد وضعه القائم حد ، فهذا القطع يقطع القطع الزائد للعلة التي ذكرناها من قبل . فليتقاطعا على نقطة ح ، ونخرج عمود ح ب١٥١ ، ونخرح عمود و ب١٥٠ مثل به و ب ١٥٠ مثل به فلا من قبل . فليتقاطعا على نقطة ح ، ونخرج عمود ح ب١٥١ ، ونخرح ع ، وفرت مثل ج ، وضرب ح ، في وضرب ح ، في ج ، مثل ج ، مثل خصرب ح ، في فيكون ح ، مثل ج ، وضرب ح ، في ج ، وضرب ح ، في ح ، مثل خرب ك كنسبة و رايك كج ، أعنى نسبة ط ك إلى كج التي هي نسبة ضرب ط ك في كح الى مربع ك ج ، هنسة ضرب ، ح في ج ، مثل مربع ك ج ، فضرب ، ح في ج ، مثل مربع ك ج ، أعنى خرب ، و ح ب ، مثل س ، ، فضرب ب د في د ج مثل مربع ح ك ، أعنى ح ب ، و ح ب ، مثل س ، ، فضرب ب د في د ج مثل مربع ح ب ، و ح ب ، مثل س ، ، فضرب ب د في د ج مثل مربع ح ب ، و ح ب ، مثل س ، ، فضرب ب د في د ج ، أعنى د ج د ، فضرب ب د في د ج مثل مربع ح ب ، و ح ب ، مثل س ، ، فضرب ب د في د ج ، أعنى د ب د في د ج ، فضرب ب د في د ج ، فضرب ب د في د ج ، أعنى د ب ، و ح ب ، و ح ب ، و ح ب ، مثل س ، ، فضرب ب د في د ج ، أعنى د ب و ح ب ، و ح ب ، و ح ب ، مثل س ، ، فضرب ب د في د ج ، أعنى د ب و ح ب ، و ح ب ، و ح ب ، و ح ب ، مثل س ، و في د ج ، أعنى د ب و ك ب ، و ح ب ،

140 - تقرب 121 - ك م .. م هده الفقرة بجد أن تكون في التركيب لا في التحديل كدوردت في المص ولكنتا أبقيده كما هي ومن الواصح أنه بجب إصافة ما أضما ووصع عده الفقرة في التركيب حتى يستقيم التحليل 127 - بحط 128 - يكون 129 - المثلثة ماء - عمط 101 - رط 107 - ح م 107 - وسعد 102 - حب 102 دم 107 - قوق السطر عكدا م 107 - كع



< الثكل السادس >

مثل مربع ب ، فقد قسمنا حط ، د بثلاثة أقسام حتى صار صرب محني جب مثل مربع جد ، وصار ضرب ب د في دج مثل مربع ب ١٥٨٠ .

وإذا أخرحت الحطوط التي يقسم مه الروايا إلى محيط الدائرة انقسم محيط الدائرة مسعة أقسام ، فإذا أوترت بخطوط مستقيمة حدث في ١٦٢ الدائرة مسبع متساوي الأصلاع والروايا . /

فقد عملن في الدائرة مسعاً متساوي الأضلاع والروايد بكل ً وجه يُمكن أن نعمل به المسبع ، وذلك ما قصدنا له في هذه المقالة .

والحمد لله على التمام والحصلوة على أفضل الأنام وآله الكرام تم رسم أشكالها على ما في النسخة المنقولة عنها في الليمة المتممة للعشرين من شعبان سنة ١١٥٨ .

1917 = 171 -

Puisque le produit de EC par CB est égal au carré de CD. CD est plus grand ree CB, et EC, qui est la somme de EB et de BC, est plus grand que CD. Puisque le produit de BD par DC est égal au carré de BE, BE est plus grand que CD, etren, qui est la somme de BC et de CD, est plus grand que BE. Donc la somne de deux quelconques des droites EB. EC. Co est plus grande que la droite mi reste. Il est donc possible de construire un triangle à partir de ces trois droites. Soit ce triangle le triangle ABC. Soit AB égal à BE, et AC égal à CD. Josgoons AE et AD. Le produit de EC par CB est donc égal au carré de CA Le rapport de Ec à CA est donc égal au rapport de AC à CB. Les deux triangles AND et AEC sont done semblables. L'angle CAB est donc égal à l'angle AEB, qui est la moitié de l'angle ABC. Puisque le produit de BD par DC est égal au carré de BA, et que DC est égal à CA, le produit de BC par CD plus le carré de CA est égal au carré de BA. Le triangle ABD est alors isocèle; la droite DA est douc égale à la droite BA. Le produit de BD par DC est donc égal au carré de DA. Le triangle ADC est donc semblable au triangle ABD; l'angle DAC est donc égal à l'angle ABD, qui est égal à l'angle ADB. Chacun des deux angles ADC et CAD est deux parties suivant la grandeur par laquelle l'angle BAC est une seule partie. L'angle ACB est quatre parties, suivant la grandeur par laquelle l'angle BAC est une seule partie. Si donc on divise l'angle ACE en deux moitiés, et ou'on divise chaque moitié en deux moitiés, les angles du triangle se divisent en sept parties égales. Si on mêne les droites par lesquelles on a divisé les angles à la circonférence du cercle. la circonférence du cercle se divise en sept parties. Si on trace leurs cordes. il se forme dans le cercle un heptagone de côtés et d'angles égaux./

Nous avons construit dans le cercle un heptagone de côtés et d'angles égaux selon tous les cas par lesquels on peut construire l'heptagone. Tel était

notre but dans ce traité.

Louange à Dieu pour avoir terminé, et bénédiction au plus distingué des hommes et à sa noble famille.

Le tracé des figures de ce Traité a été effectué conformément à l'exemplaire à partir duquel il a été copié, dans la nuit qui achève le vingt du mois de Shaban. 1158.

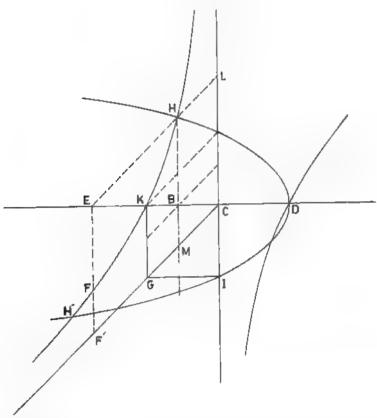


Fig. 6

au produit de IK par KC. Or le rapport de MC à CB est égal au rapport de CC à CK, c'est-à-dire au rapport de IK à KC, qui est égal au rapport du produit de IK par KC au carré de KC. Le rapport du produit de EC par CM au produit de EC par CB est donc égal au rapport du produit de IK par KC au carré de KC. Mais le produit de EC par CM est égal au produit de IK par KC. Le produit de EC par CB est donc égal au carré de CK, c'est-à-dire (au carré) de CD. Mais le produit de ED par DC est égal au carré de RB. Et HB est égal à HE; le produit de BD par DC est donc égal au carré de BE. Nous avons donc divisé la droite ED en trois parties telles que le produit de EC par CB soit égal au carré de CD, et que le produit de BD par DC soit égal au carré de BE.

Nous allons démontrer sa division d'abord par l'analyse

Posons CK égal à CD, élevons au point K la perpendiculaire KG, et posons-la égale à KC. Menons du point G une droite parallèle à KC: soit GI. Posons GI égale à GK. Joignons GC et [K. Au point]. élevons la perpendiculaire Cl. sur la droite BC, menons Bil perpendiculaire à BC, et posons BH égal à BL. La droite ян coupe GC au point M. Au point fi, traçons la parabole d'axe fin, de côté droit or. Puisque HR est égal à EB, et que le carré de EB est égal au produit de ED par DC. le carré de ITB est égal au produit de BD par DC. La parabole passe donc par le point il. Soit la section Dh. Tracons l'hyperbole qui passe par le point R et avant pour asymptotes les deux droites cc et cl. Piusque RC est égal à KC, BM est égal à BC; HM est donc égal à EC. Mais le produit de EC par CB est égal au carré de CD. Le produit de MH par CB est donc égal au produit de KC par KC, et le rapport de HL à BC est donc égal au rapport de MC à BC, qui est égal au rapport de CC à Kt. Le rapport du produit de HI, par MH au produit de BC par MH est donc égal au rapport du produit de CC par KG, au produit de KC par KG. Le produit de MR par HL est donc égal au produit de GC par KG. Le point H est donc sur l'hyperbole.

* Cette section coupe la section DH car cette section, c'est-à-dire l'hyperbole, s'approche toujours de la droite CL, et l'hyper-bole coupe Cl pour le dépasser ensuite et s'en éloigner. Que les deux sections se coupent au point fi; le point H est donc au-delà de la droite CL, c'est-à-dire au-delà du point

L, car l'hyperbole est toujours au-delà de la droite CL.*1

Menons du point H la perpendiculaire HB, et menons HE parallèle à la droite CC. Si donc la droite CD est connue, CK sera de grandeur et de position connues, et la figure KGI sera de grandeur et de forme connues et le point R sera connu; l'hyperbole sera alors de position connue. Puisque CD est de grandeur connue, la parabole / est de position connue. Le point H est donc connu, et le point B est connu. C'est à partir de lui qu'on construit le triangle.

Composons cette analyse:

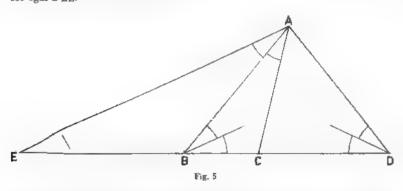
Supposons une droite connue; soit KD. Divisons la on deux moitiés au point C; élevons au point K la perpendiculaire KG, et posons la égale à KG. Menons du point G une droite parallèle à KC; soit GI. Posons GI égale à KG. Joignons GC et IK. Menons du point C la perpendiculaire CL, et faisons passer par le point K l'hyperbole ayant pour asymptotes les deux droites GC et Cl. Faisons passer par le point D la parabole d'axe KD et de côté droit CD. Cette section coupe l'hyperbole pour la raison que nous avons précédemment mentionnée. Qu'elles se coupent au point H. Menons la perpendiculaire HB, et menons HE parallèle à GC. Prolongeons HB jusqu'à M. HB est donc égal à BE, et BM à BC. HM est donc égal à CE, et HI. à MC. Le produit de EC par GM est donc égal au produit de HM par MC. Mais le produit de HM par MC est égal

^{1.} Le paragraphe entre ". " devrait figurer dans la synthèse, et mon pas dans l'ansiyee

dents et l'on augmente l'un de ses angles de l'excédent mentionné maintenant. Nous trouvons ains; le triangle dont l'un des angles est une seule partie, l'autre deux parties et le troisième quatre parties.

Mais il est possible de construire ce triangle sans le réduire à l'un des triangles précédents. Tracons donc le triangle et menons EC de part et d'autre; posons CD égal à CA, BE égal à BA, et loignons AE et AD. Puisque l'angle ACB est quatre parties, ADC est deux parties, et l'angle ABC est deux parties.

Donc l'angle BAD est trois parties, et les deux angles ABD et ADB sont égaux. Donc la droite AD est égale à la droite AB. Or AB est égal à BE. Donc AD est égal à BE.



Puisque l'angle ABC est deux parties, l'angle AEB est une seule partie, donc l'angle AEC est égel à l'angle BAC. Le triangle ABC est donc semblable au triangle AEC. Le produit de EC par CB est donc égal au carré de CA. Mais CA est égal à CD. D'où le produit de EC par CB est égal au carré de CD. Puisque AC est égal à CD, l'angle DAC est égal à l'angle ADC, mais l'angle ACE est quatre parties; alors l'angle DAC est deux parties; mais l'angle ABC est deux parties, donc l'angle DAC est égal à l'angle ABC. Le triangle ADC est donc semblable au triangle ABD. Le produit de BD par DC est donc égal au carré de DA. Mais na est égal à BE: donc le produit de BD par DC est égal au carré de BE. La 208v droite ED est donc divisée en trois parties, et le produit de BD / par DC est égal au carré de BE: et le produit de FC par CB est égal au carré de CD. La droite (NE) divisée selon ce rapport est celle qui achève le Iemme d'Archimède. C'est la droste qui a été divisée par Abū-Sahl al-Qūhi et à partir de laquelle il s composé le triangle dont l'un des angles est une seule partie, l'autre deux parties, et le troisième quatre parties, et à partir duquel il a déterminé l'heptagone. Nous divisons cette droite par une méthode autre que la méthode par laquelle l'a divisée Abū-Sahl.

parties. Puisque AB est égal à BE, l'angle BAE est égal à l'angle BEA. Donc l'angle BAE est trois parties suivant la grandeur par laquelle l'angle ACB est une seule partie. Et l'angle CAE est doux parties de ces parties. Donc l'angle BAC est cinq parties des parties par lesquelles chacun des deux angles ABC et ACB est une seule partie. Si donc on construit dans le cercle un triangle semblable à ABC, et si on sépare l'angle BAC en cinq angles dont chacun est égal à l'angle ABC, les angles du triangle se divisent en sept angles égaux. Si on mène les droites jusqu'à ce qu'elles rencontrent la circonférence du cercle, le cercle se divise en sept parties égales. Si on trace les cordes, / il se forme dans le cercle un heptagone de côtés et d'angles égaux. C'est ce que nous vou-lions construire.

(Quatrième cas)

De même, supposons le triangle dont l'un des angles est une seule partie, l'autre deux parties, et celui qui reste quatre parties, et déterminons l'hep-tagone à partir de ce triangle.

Par la voie de l'analyse:

Supposons que nous avons trouvé un triangle répondant à cette propriété; soit le triangle ABC. Soit son angle \(\bar{a}\) une seule partie, son angle \(\bar{a}\) deux parties, son angle \(\bar{c}\) quatre parties. Posons l'angle \(\bar{BCD}\) une seule partie; l'angle ACD sera alors trois parties et l'angle \(\bar{ABC}\) également trois parties, car il est égal à la somme de \(\bar{ABC}\) et \(\bar{BCD}\). Le triangle \(\bar{ACD}\) est donc le premier triangle des triangles que nous avons déterminés. Si donc nous déterminons le premier triangle, il sera semblable au triangle \(\bar{ADC}\), et si nous posons l'angle \(\bar{DCB}\) égal à l'angle \(\bar{CAD}\), alors l'angle \(\bar{ACB}\) sera quatre parties et l'angle \(\bar{ABC}\) deux parties. Si nous posons également l'angle \(\bar{BCE}\) égal à deux parties, l'angle \(\bar{CEB}\) est alors trois parties, car l'angle \(\bar{EBC}\) est deux parties. Le triangle \(\bar{BEC}\) sera alors le deuxième triangle des triangles que nous avons déterminés.

Si on pose l'angle ECA égal à l'angle ECB, l'angle ACB sera alors quatre

parties et l'angle CAB sera une seule partie.

Si nous posons également l'angle ACC égal à l'angle CAC, alors l'angle CCB sera trois parties, et l'angle ACC sera donc cinq parties, car il est la somme des deux angles CCB et CBC. Le triangle ACC sera alors le troisième triangle des triangles que nous avons déterminés.

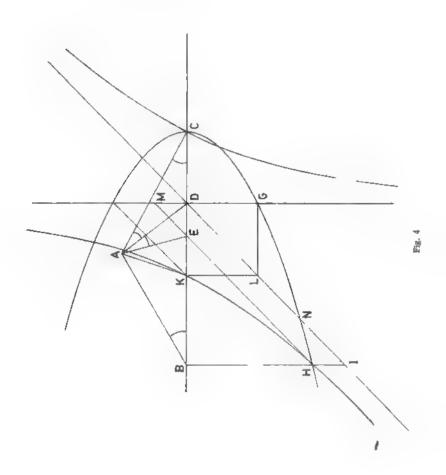
Si nous posons l'angle/GCD égal à l'angle CGD, qui est deux parties, car il est la somme des deux angles ACC et CAG, l'angle CDG sors alors trois parties.

Si nous posons ensuite l'angle CAG égal à une seule partie, l'angle ACE sera alors quatre parties, et l'angle CAB sera alors une seule partie. L'angle ABC sera donc deux parties, et le triangle ABC se ramène à chacun des trois triangles que nous avons précédemment montrés. Si on veut construire l'heptagone à partir du triangle dont un angle est une seule partie, l'autre deux parties, et le troisième quatre parties, on détermine l'un des triangles précé-

DI; si elle dépasse ensuite la droite DI, elle s'éloigne de la droite DI, car la droite menée du point de l'intersection tangente à la section coupe la droite DI. Si elle est menée de part et d'autre, elle s'éloigne de la droite DI. La section (KR) au dessous de la tangente coupe la parabole CH; si elle s'éloigne du point de l'intersection, elle s'éloigne de la droite DI. La section KH, à mesure qu'on la prolonge, s'approche de la droite DI.

Il en résulte donc nécessairement que les deux sections se conpent; soit au point H. Menons la perpendiculaire HB à l'axe de la parabole, et menons du point fl. également une droite parallèle à pl. Soit siem. Chacun des deux triangles HBE et EDM est donc semblable au triangle DKL. HB est alors égal à BE, et ED égal à DM. D'où le rapport de HE à EB est égal au rapport de LD à DK, égal au rapport de ME à FD, et égal au rapport de HM à BD. Le rapport de HM à BD est douc égal au rapport de LD à DK, c'est-à-dire au rapport de CR à Kî. Le rapport du produit de EM par ED au produit de BD par DE est donc égal au rapport de GK à KL, qui est égal au rapport du produit de GK par KL au carré de KL. Mais ED est égal à DM, et DM est égal à HI. Le rapport du produit de Hil par HI au produit de BD par DE est donc égal au rapport du produit de CK par KL au carré de KL. Or le produit de HM par HI est égal su produit de CK par KL. Done le produit de BD par DE est égal au carré de KL, c'est-à-due au carré de pk. Mais pk est égal à pc. Le produit de Bp par pE est donc égal au carré de DC. Puisque KC est le double de CD, le produit de KC par 2077 CD est égal au double du carré de KT. Le point L'est donc à l'intérjeur / de la section (la parabole). La parabole coupe donc la droite ni au-delà du point L. Le point H se trouve donc au-delà du point L. La droite HB est donc au-delà de la droite KL. La droite BD est donc plus grande que la droite DK. Mais le produit de BD par DE est égal au carré de DK. Donc DE est plus petit que DK. Done il est plus petit que pc. Or Ec est plus petit que le double de pc. Et le produit de BC par (D) est égal au carré de Hg. Mais HB est égal à BE. Le produit de BC par CD est donc égal au carré de EB. Le produit de BC par CE est donc plus petit que le double du carré de EB. EC est donc plus petit que EB. Le double de EB est donc plus grand que BC. Il est donc possible de construire sur la droite EC un triangle isocèle tel que sa base soit la droite EC et que chacun des deux côtés qui restent soit égal à BE. Que ce triangle soit le triangle ARC. Josguons AD et AE. Puisque AC est égal à EB, le produit de EC par CD est égal au carré de CA; donc le triangle ACD est semblable au triangle ABC. Le rapport de BC à CA est donc égal au rapport de AC à CD. L'angle CAD est donc égal à l'angle ABC, qui est égal à l'angle ACB. L'angle CAD est donc égal à l'angle ACB. La droite AD est donc égale à la droite CD. Le produit de BD par DE est donc égal au carré de DA. Le triangle ADE est alors semblable au triangle ABD. L'angle DAE est donc égal à l'angle ABD, qui est égal à l'angle ACD. Donc, suivant la grandeur par laquelle l'angle ACB est une seule partie. l'angle AEB est trois

¹ Little la section.



égal au carré de DA. Mais DA est égal à Du, car l'angle CAD est égal à l'angle ACD. Dono le produit de BD par DE est égal au carré de pc. Pusque chacun des deux angles CAD et DAE est égal à l'angle ABD, qui est égal à l'angle ACD. l'angle AEB est trois fois l'angle ACB; l'angle BAC est cinq fois l'angle ACB; et l'angle EAT est le double de l'angle ACB. Donc l'angle BAE est trois fois l'angle ACB. Done l'angle BAE est égal à l'angle AEB. D'où la droite AH est égale à la droite HE. Le produit de HC par CD est donc égal au carré de EH.

Posons DK égal à DC, et élevons au point K la perpendiculaire KL: posons-la égale à KD; élevons également au point D la perpendiculaire DG et posons-la égale à DK. Joignons CK et DI, et élevons au point B la perpeudiculaire BB: posons-la égale à EE; joignons HE et prolongeons-le jusqu'à M. DM est alors égal / A DE. Menons la droite DL jusqu'à ce qu'elle rencontre la droite BH; soit en I. Puisque HB est parallèle à DM, le rapport de HE à EB est égal au rapport de ME à ED et est égal au rapport de HM à BD; et le rapport de HE à EB est égal au rapport de CK à ND. Donc le rapport de HM à BD est égal au rapport de CK à KD. Or le rapport de HM à BD est égal au rapport du produit de HM par ED au produit de BD par ED. Done le rapport du produit de HM par ED au produit de BD par ED est égal au rapport de GK à ED, c'est-à-dire au rapport de GK à KL, qui est égal au rapport du produit de GK par KL au carré de KL. Mais le produit de BD par ED est égal au carré de DC, lequel est égal à KL. Donc le produit de HM par ED est égal au produit de CK par KL. Mais ED est égal à ni et ni est égal à HI. Donc le produit de HM par HI est égal au produit de GK par KD Done l'hyperhole passant par le point K et admettant pour asymptotes les deux droites GD et DI passe par le point R. Que cette hyperbole soit la section KH.

Puisque le produit de BC par CD est égal au carré de EB, et que EB est égal à BH, la parabole dont l'axe est BC et le côté droit DC, et de sommet C, passe par le point H Oue cette parabole soit la section TH. Le point H est alors l'intersection de ces deux sections. Si donc DC est connu, les deux sections seront connues, le point Il sera conqu. et les deux points É et B seront connui.

Composons cette analyse:

Supposons une droite donnée. Soit CK. Partageons-la en deux moitiés au point D, et élevons aux deux points D et K deux perpendiculaires; soient DG et KL. Posons chacune de DG et KL égale à KD. Joignons CK et DL, et prolongeons DL jusqu'en I. Faisons passer par le point K l'hyperbole ayant 204v pour asymptotes les deux droites GD et DI./ Soit la section KH. Prolongeons DR du côté de R. Tracons au point C la parabole dont l'axe est CR, de sommet le point (, et de côté droit la droite CD. Soit la section CH. Cette section coupe la droite Di car toute droite qui coupe l'axe de la parabole coupe la parabole en deux points de part et d'autre de l'axe. Donc la section CH coupe la droite

^{1.} Late. la circonférence de la section.

donc le rapport du produit de PG par GL au produit de EC par CD est égal au rapport du produit de IE par EB au carré de EB. Mais le produit de PC par CL est égal au produit de IE par EB. Donc le produit de EC par CD est égal au carré de BE. Donc le produit de EC par CD est égal au produit de CB par BD; donc le rapport de EC à CB est égal au rapport de BD à DC. Or EC est plus grand que CB. Donc DB / est plus grand que DC. Donc BN est beaucoup plus grand que DC. Done les deux droites BE et BN sont beaucoup plus grandes que BC. On peut donc construire à partir des droites EB, BN, BC un triangle; soit ce triangle le triangle BAC. Chacune des deux droites BA et CA est donc égale à BE. Donc le produit de CB par BD est égal au carré de BA. Donc le triangle ABD est semblable au triangle ABC; et l'angle BAD est égal à l'angle ACB; et l'angle ADB est égal à l'angle BAC. Le produit de EC par CD est égal au carré de BE; il est donc égal au carré de CA. Le triangle ADC est donc semblable au triangle AEC, et l'angle CAD est égal à l'angle AEC; et l'angle ABC est le double de l'angle AEC, car AB est égat à BE. Donc l'angle ABC est le double de l'angle CAD. Done l'angle ADB est égal à trois fois l'angle CAD. Or l'angle ADB est égal à l'angle BAC. Donc l'angle BAC est égal à trois fois l'angle CAD. Or le triangle ABC est isocèle; ses deux côtés égaux sont AB et AC; donc chacun des deux angles ABC et ACB est deux parties suivant la grandeur par laquete l'angle BAC est trois parties.

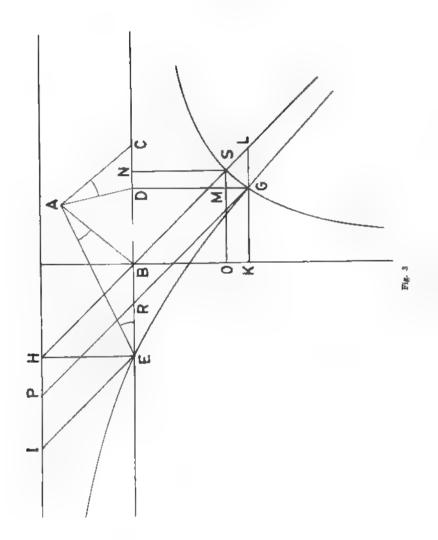
Si done on construit dans le cercle un triangle semblable au triangle ABC, et si on divise chacun des deux angles à la base en deux moitiés, et si on sépare de l'angle au sommet un angle égal à un angle à la base, que l'on divise en deux moitiés, les angles du triangle se divisent en sept parties égales. Si on mène les droites qui séparent les angles jusqu'à la circonférence du cercle, la circonférence du cercle se divise en sept parties égales./Si on trace leurs cordes, il se forme un heptagone dont les côtés et les angles sont égaux. C'est ce que nous voulions construire.

(Troisième cas)

De même supposons un triangle isocèle dont chacun des angles à la base est une seule partie, et l'angle au sommet cinq parties.

On détermine l'heptagone à partir de ce triangle par la voie de l'analyse.

Supposons que nous avons trouvé un triangle répondant à cette propriété. Soit le triangle ABC. Et soit chacun des deux angles ABC et ACB une seule partie. Soit l'angle BAC cinq parties. Posons l'angle CAD égal à l'angle ABC. Posons également l'angle DAÉ égal à l'angle ABC. Puisque l'angle CAD est égal à l'angle ABC, le triangle ACD est semblable au triangle ABC; d'où le rapport de BC à CA est égal au rapport de AC à CD. Le produit de BC par CD est donc égal au carré de CA. Mais CA est égal à AB. Le produit de BC par CD est donc égal au carré de AB. Puisque l'angle DAE est égal à l'angle ABD. le triangle ADE est semblable au triangle ABD. Le produit de BC par CD est donc égal au carré de AB. Puisque l'angle DAE est égal à l'angle ABD. le triangle ADE est semblable au triangle ABD. Le produit de BD par DE est donc



Puisque le rapport de LB à BK, qui est égal à BC, est égal au rapport de HB à BE, et est égal au rapport du tout au tout,' le rapport de LH à EC est égal au rapport de til à BE, qui est égal au rapport du produit de til par BE au carré de BE. Donc le rapport du produit de LH par CD au produit de EC par CD est égal au rapport du produit de MB par BE au carré de BE. Mais le produit de EC par CD est égal au curré de BE. Donc le produit de LH par CD est égal au produit de HB par BE, et CD est égal à LC, et LG est égal à HF, ot LH est égal à GP, donc le produit de PC par GI est égal au produit de HB par BE, c'est-à-dire IE par EB. Done l'hyperbole passant par le point E et ayant pour naymptotes les deux droites EH et HI passe par le point G. Soit cette hyperbule la section EG. Le point G est alors l'intersection des deux hyperboles. Si donc la droite BE est de grandeur et de position connues, la surface BI est de grandeur et de forme connues, et le carré NO est de grandeur et de forme connues, donc le point § sera connu; et les deux droites KB et BH sont de position connue, et la section SG est de position connue, et les deux droites HI et HI sont de position connue. Et le point & est de position connue. Donc la section EC est de position connue; donc le point 6 est l'intersection de deux sections de position connue.

204v

Si donc on mène / du point G la perpendiculaire GD, si on mène la perpendiculaire GKL, et si on pose BC égal à LK, DC est alors égal à LC, d'où le produit de CB par BD est égal au carré de BE, qui est connu. Et on a chacune des deux droites BA et AC égale à la droite BE, qui est connue.

Composons cette analyse:

Supposons une droite connue; soit BE. Et posons BN égal à HF. Construisons sur BN un carré, soit BNSO. Faisons passer par le point 5 l'hyperbole ayant pour asymptotes les deux droites BN et BO. Soit la section SG Joignous BS, et prolongeons-le des deux côtés, en H et en L; menons du point E la perpendiculaire EH, et posons-la égale à EB; menons HI parallèle à BE, et El parallèle à BH; faisons passer par le point E l'hyperbole ayant pour asymptotes les deux droites LH et HI, Cette section coupe la section SG car elle s'approche tonjours de la droite HL. Qu'elle la coupe au point G. Menons du point G la droite CD parallèle à la droite KB, et menons KGL parallèle à la droite BD, posons DC égal à GL. On a BC égal à KL, c'est-à-dire égal à KB. Done le produit de CB par BD est égal au carré de BL, qui est (la surface) NO, qui est un carré. Donc le produit de PG par GL est égal au produit de lE par EB, mais le rapport de LB à BK, je veux dire BC, est égal au rapport de HB à HE, je veux dire BE, et est égal au rapport de HL à EC; donc le rapport de HB à BE, c'est-à-dire le rapport du produit de ÎE par EB au carré de BE, est égal au rapport de IIL à EC. Donc le rapport du produit de le par EB au carré de EB est égal au rapport du produit de HL par DC, au produit de EC par CD, et CD est égal à LG, et HL est égal à PC.

^{1.} C'est-à-dire: Le rapport de la somme de LB + BH à la somme de BC + BE.

203 1

Si donc on sépare de l'angle ACB un angle égal à l'angle CBD, et ai on divise l'angle qui reste en deux moitiés, les trois angles sont égaux aux trois angles au point B. Les angles du triangle ABC seront divisés en sept angles égaux. Si donc on construit dans le cercle un triangle semblable au triangle ABC, et si on divise les deux angles de sa base en deux angles dont chacun est égal à chacun des angles au point B, et si on prolonge les droites qui divisent les deux angles jusqu'à la circonférence du cercle, < la circonférence du cercle se divise > en sept parties égales. Si on trace les cordes des arcs, il se forme dans le cercle une figure qui a sept côtés égaux, et dont les angles sont égaux. De cette manière, on peut construire dans le cercle un heptagone dont les côtés et les angles sont égaux. C'est ce que nous voultons construire.

Deuxième cas>

De même nous/considérons le triangle isocèle dont chacun des angles à la base est deux parties, et l'angle qui reste trois parties, et nous déterminons l'heptagone à partir de ce triangle.

Par la voie de l'analyse:

Supposons que nous avons trouvé un triangle répondant à cette propriété; soit le triangle ABC. Soit chacun des deux angles B et C deux parties; l'angle A est trois parties. Posons l'angle BAD deux parties, prolongeons CB jusqu'à E, et posons BE égal à BA. Le triangle ABD est donc semblable au triangle ABC. Puisque l'angle C est deux parties, le produit de CB par BD est égal au carré de BE. Joignons AE. Les deux angles BAE et BEA sont donc égaux. Chacun d'eux est donc une seule partie, car l'angle ABC est deux parties, et l'angle CAD est une partie. Puisque l'angle BAD est deux parties, et l'angle BAC trois parties. l'angle CAD est donc égal à l'angle AEC. Donc le triangle ADC est semblable au triangle AEC. Done le produit de EC par CD est égal au carré de AC, AC est égal à AB, et AB est égal à BE; donc le produit de EC par CD est égal au carré de BE. Le produit de EC par CD est donc égal au produit de CB par BD. Elevons sur la droite BE la perpendiculaire EH et posous EH égal à BE; menons du point H la droite HI parallèle à BE. Posons HI égal à EB. Joignous HB et III, prolongeons HB du côté de B. élevous sur la droite BE la perpendiculaire BR, et posons BR égal à BC. Menons du point K une droite parallèle à la droite BC ; soit la droite KL. Elle rencontre la droite HB; soit au point L. LK est donc égal à KB, car BE est égal à ER. Meuons du point D une droite parallèle à BK; soit DC. Elle coupe la droite BL; soit au point M. Menons du point G une droite parallèle à la droite LH; soit GP. Posous BN égal à BE, et menons NS parallèle à BK, et SO parallèle à BC. NO est donc égal au carré de BE, et le produit de BK par KC est égal au carré de BE. D'où le pro-204r duit de DG / par CK est égal au produit de NS par SO. Alors l'hyperbole passant par le point S et ayant pour asymptotes les deux droites DB et BO passe par le point G. Soit cette hyperbole la section SG.

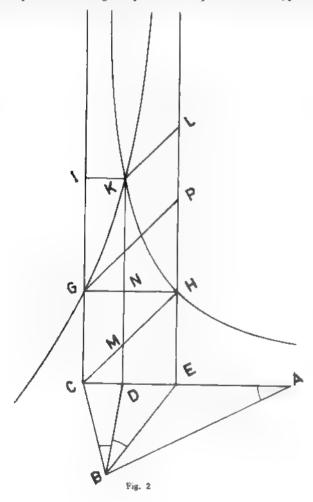
pour asymptotes CH et Hi passe par les deux points G et K; soit la section CK. Si donc le carré EC est de position et de grandeur connues les deux sections CK et HK sont de position connue, le point K est donc de position connue, et le point D est donc de position connue; c'est à partir de ce dernier que l'on construit le problème.

Composons cette analyse:

Supposons une droite connue quelconque; soit EC. Construsons le carré/ ERGC; joignous CH, prolongeons FH et CG, et séparons HP < égal à HE et joignous GP>. Faisons passer par H une hyperbole avant pour asymptotes EC et CG; soit la section HK. Faisons passer par le point C l'hyperbole qui a pour asymptotes CH et HP; cette section coupe la section IIK car cette section s'approche toujours de la droite BL si on prolonge HL, et la section HK, s'éloigne toujours de la droite HL, si on prolonge HL. Les deux sections se coupent donc en un point K. Menons KD parallèle à CG, al parallèle à CE, et KL parallèle à MH; posons CA égal à DK; posons 4 comme centre et traçons un cercle de rayon AC; soit le cercle AC. Menons CB égal à CE, et joignons AB, BD, BE. Puisque AC est égal à KD, le produit de AC par CD est égal au produit de KD par DC, qui est égal au produit de DK par KI, qui est égal au produit de CH par HE, qui est égal au carré de CE. Donc le produit de AC par CD est égal au carré de CE, je veux dire au carré de CB. Puisque KD est égal à AC, et CD égal à DM. AD est égal à KM; puisque le produit de MK par KL est égal au produit de CG par GP, le produit de KM par MH est égal au produit de GC par CH, et le rapport de MH à HN est égal au rapport de CH à HG; donc le rapport du produit de KM par MH au produit de KM par HN est égal au rapport du produit de CH par HG au carré de HG, qui est égal au rapport du produit de PG par GH au carré de GC. Et le produit de KM par MH est égal au produit de PC par GC, donc le produit de KM par HN est égal au carré de CC, qui est égal au carré de CE. Et NH est égal à DE, et KM est égal à AD; alors le produit de AD par DE est égal au carré de CE, je veux dire au carré de CG. Puisque le produit de 10 par (I) est égal au carré de CB, le triangle CBD est semblable au triangle ABC. Donc l'angle My BDC est égal à l'angle ABC, et l'angle CBD est égal à l'angle BAC;/mais l'angle ABC est égal à l'angle ACB, donc l'angle BDC est égal à l'angle BCD, donc la droite BD est égale à la droite BC, donc le produit de AD par DE est égal au carré de DB. donc l'angle BED est égal à l'angle ABD, et l'angle DBE est égal à l'angle BAD. Done l'angle DBE est égai à l'angle CBD. Pursque le triangle ABC est semblable au triangle CBD le rapport de AB à BC est égal au rapport de BD à DC et BC est égal à BD, et BD est égal à EC. Donc le rapport de AB à BD est égal au rapport de EC à CD, et le rapport de EC à CD est égal au rapport de AC à CE, et est égal au rapport de AE, qui reste, à ED, qui reste. Donc le rapport de AB à BD est égal au rapport de AE à ED; donc les deux angles ABL et EBD sont égaux; donc les trois angles au point B sont égaux

à Hō, qui est égal au rapport du carré de \overline{GH} au produit de \overline{GH} par \overline{HG} , c'està-dire au produit de \overline{HG} par \overline{DN} .

Or, le produit de KM par NH est égal au carré de GH. Donc le produit de KM par MH est égal au produit de HC par ND. Menons KL parallèle à MH. Le produit de MK par KL est donc égal au produit de HP par PG. Donc l'hyperbole qui a



<Premier cas>

Olv Commençons donc par trouver/des triangles semblables aux quatre triangles dont nous avons détaillé les angles, et déterminons l'heptagone à partir de chacun d'eux. Débutons par le triangle isocèle dont chacun des angles de la base est trois fois l'angle qui reste; on veut déterminer l'heptagone à partir

de de triangle.

Par la voie de l'analyse:

Supposons que nous avons trouvé un triangle répondant à cette propriété: soit le triangle ABC. Posons l'angle CBD égal à l'angle BAC; le triangle BCD est donc semblable au triangle ABC, et l'angle BDC est égal à l'angle ABC, l'angle ABC est égal à l'angle ACB. L'angle BDC est donc égal à l'angle BCD. La droite BD est donc égale à la droite BC. Puisque le triangle CBD est semblable au triangle ABC, le rapport de AC à CB est donc égal au rapport de BC à CD; le produit de AC par CD est donc égal au carré de BC.

Posons l'angle DBE égal à l'angle BAC. Les deux triangles ABD et DBE sont donc semblables, l'angle BED est donc égal à l'angle ABD, et l'angle ABD est deux parties des sept parties>; donc l'angle BEC est deux parties des sept <parties> et l'angle CEB est deux parties des sept <parties>. La droite EC est donc égale à la droite CB. Puisque le triangle DEE est semblable au triangle ABD, le produit de AD par DE est égal au carré de DB, et DB est égal à BC, donc le produit de AD par DE est égal au produit de AC par CD, et BC est égal à CE; donc le produit de AD par DE est égal au carré de CE, et le produit de AC par CD est égal au carré de CE. Construisons alors sur la droite EC un carré; soit CECH. Et prolongeons les deux droites CC et EH jusqu'en I et L. Imaginons l'hyperbole qui a pour asymptotes EC et CI, passant par le point H: soit la section HK. Menons du point D une droite parallèle à la m, droite CI. Elle rencontre alors la section;/soit au point K. Cette droite coupe la droite GH; soit au point N. Séparons IIP égal à HE, et joignons les deux droites PG et HC. La droite HC coupe la droite DN; soit au point M. CD est donc égal à DM, et DE est donc égal à HN. Menons Ki parallèle à DC. Puisque les deux droites EC et El sont les asymptotes de la section HK, le produit de KD par Do est égal au produit de HE par EC. qui est égal au carré de CE. Mais le produit de AC par CD est égal au carré de CE; la droite KD est donc égale à la droite AC, et CD est égal à DM. Il reste KM égal à AD, et le produit de AD par DE est égal au carré de CE, donc le produit de KM par NH est égal au carré de EC, et le rapport de NH à HM est égal au rapport de GH à CH; le rapport du produt de KM par NH au produit de KM par MH est donc égal au rapport de GH

I. Litt.: un carré d'angles droits.

^{2.} Litt : ne tombent par sur la section. Cette expression, on le sait, traduit littéralement le grec ο υμπτωτος, du verbe συμπίπτω, tomber, se rencontrer

Dans le triangle -3- EBC, l'angle EEC est cinq parties des sept parties, et chacun des augles BEC et BCE est une seule partie des sept parties. Dans le triangle -4- DBC l'angle BDC est une partie des sept parties, l'angle BCC est deux parties des sept parties, et l'angle DBC est quatre parties des sept parties. Ces triangles sont quatre triangles dont les angles de chacun sont des parties des sept parties de la somme de deux droits, qui se trouve divisée en trois parties, selon des divisions différentes. On ne peut pas diviser sept en trois parties outre ces quatre espèces de division. Ce sont les espèces que nous avons détaillées, et il n'existe pas de parties <du nombre>sept qui soient trois parties et qui soient différentes de l'ensemble de ces quatre espèces. On ne trouve pas dans le cercle un triangle inscrit dont les augles interceptent les arcs égaux dont les cordes sont les côtés de l'heptagone, autre que ces quatre triangles; si on trouve un triangle semblable à l'un de ces triangles, et si on divise ses angles en parties, le cercle se divise en sept parties égales; si les angles interceptent les arcs, on a un heptagone dont les côtés et les angles sont égaux.

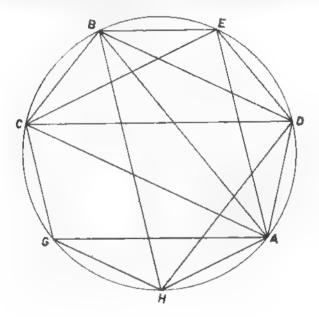


Fig. 1

puissance de ceux qui y parviennent, est la construction de l'heptagone régulier dans le cercle. Certains Anciens et certains contemporains y sont parvenus avec succès, quoique ce succès renfermât quelque défaut. Pour les Anciens, c'est Archimède qui l'a construit; il a en effet écrit un traité pour déterminer le côté de l'heptagone, mais il admet un lemme pour sa détermination, sans présenter la démonstration. Nous avons, quant à nous, démontré le lemme qu'Archimède a utilisé, dans un traité séparé, autre que ce traité. Des contemporains, deux traités nous sont arrivés; dans l'un, on a démontré le lemme d'Archimède, pour ensuite fonder la construction à partir de ce dernier; l'autre traité est de Abū Sahl al-Ḥusayn b Rustam al-Qūhī: il a déterminé le côté de l'heptagone par une droite qu'il a divisée en trois parties selon une proportion particulière; c'est la droite par laquelle s'achève le lemme d'Archimède. Nous n'avous pas trouvé un traité suffisamment développé d'aucun des Anciens ni des contemporains dans lequel soient renfermées toutes les manières par lesquelles on peut achever la construction de l'heptagone.

Comme il en était ainsi, nous avons examiné attentivement la construction de l'heptagone, et nous avons démontré toutes les manières par lesquelles on achève la construction de l'heptagone. Nous avons procédé par l'analyse et

par la synthèse.

Alors, pour aborder ce sujet,2 nous disons:

Nous voulons construire dans un cercle donné une figure heptagonale de côtés et d'augles égaux, inscrite dans le cercle. Soit le cercle AEC; nous voulons construire dans ce cercle un heptagone inscrit de côtés et d'angles égaux.

Par la voie de l'analyse:

Supposons que cela a été achevé, c'est-à-dire l'heptagone ADÉBCGH. Joignons les droites CE, CD, BD, DH, BH, BA, CA. Il se forme dans le cercle quatre triangles inscrits, dont chacun des angles intercepte un ave ou des

arcs/égaux, dont les cordes sont les côtés de l'heptagone.

Nous disons d'abord: on ne peut pas avoir dans le cercle un triangle inscrit dont chacun des augles intercepte un arc ou des arcs de ces arcs égaux dont les cordes sont les côtés de l'heptagone, et qui soit différent de l'un de ces triangles. Car dans le triangle ·1- ĀBC l'angle BAC intercepte l'arc BC, qui est le septième du cercle. L'angle BAC est donc une partie des sept parties de la somme de deux angles droits; l'angle ĀBC intercepte ĀCC, qui est les trois septièmes du cercle; il est trois parties de sept parties de la somme de deux angles droits. De même, l'angle ACB est trois parties de sept parties de la somme de deux droits. Dans le triangle -2- BDH l'angle BDH est trois parties de sept parties de se

1. Littéralement: expliqué.

^{2.} Litt.: nons commençons par dire.
3. Litt.: de deux angles droits. I.H. s'exprime toujours ame: dans le suite du texts.

On a trois racines réelles, dont deux positives:

$$x_0 \in]0, a[$$
 , $x_1 > a$.

1.H. prend x. .

Douxième cas:

$$\left\{ \begin{array}{ll} (\partial \mathcal{C}_1) = \{ \ (x,y) \ ; \ xy = a^2 \ \} \\ (\partial \mathcal{C}_2) = \left\{ \begin{array}{ll} (x,y) \ ; \ y = x - \frac{a^2}{x+a} \end{array} \right. \right.$$

d'où

On a trois racines réelles, dont une positive zp; c'est celle que prend I.H.

Troisième et quatrième cas:

$$\begin{cases}
(x,y) & \text{if } y^2 = a(x+a) \\
(x,y) & \text{if } y = x - \frac{a^2}{x}
\end{cases}$$

d'où

On a trois racines réelles dont deux positives:

$$x_a \in]0_a a [$$
 et $x_1 > a$.

Dans le troisième cas, il prend x_i , et dans le quatrième, x_a .

Par le souci d'économie qu'elle révèle, cette récapitulation montre enfin que la génératisation d'I.H. est un dépassement, non seulement de toutes les solutions particulières données par ses prédécesseurs, mais aussi de celles qu'il exposait lui-même dans son premier mémoire. L'histoire du problème de l'heptagone dans les mathématiques arabes apparaît donc sous un jour nouveau avec cette démarche générale d'I.H., mais aussi en raison des différentes études qu'il a éffectuées sur les courbes; à ces études, bon nombre d'historiens n'ont su attribuer l'importance qu'elles méritent.

III Traduction du second texte d'Ibn al-Haytham publié dans les pages qui suivent. (MS Istanbul 'Aţif 1714-19, 200v-210r).

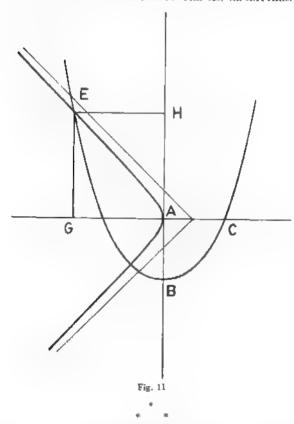
Au Nom de Dieu Clément et Miséricordieux, que Dieu nous favorise et nous mêne au but à la perfection.

Traité de al-Hasan b. al-Hasan b. al-Haytham sur la construction de l'heptagone dans le cercle.

L'un des problèmes géométriques sur lesquels s'affrontent les géomètres, dont se glorifient ceux qui surpassent les autres, et par lesquels se révèle la

200v

I Ce texte est la traduction du Traité d'Ibu al-Haytham publié in-même.



Telle est donc la solution que donne I.H. au problème de l'heptagone. Ainsi, après avoir énuméré les différents cas possibles, il les étudie tous. Sous une apparente diversité, son étude revient essentiellement, pour ainsi dire, à résoudre trois équations cubiques. Récapitulons les différents cas afin d'avoir cette vue d'ensemble:

Premier cas:

$$\begin{cases}
(\mathcal{H}_1) = \{ (x_1 y) : xy = a^2 \} \\
(\partial \ell_2) = \begin{cases} (x_1 y) : y = x - \frac{a^2}{x - a} \} \\
x^3 + a^2 = ax^2 + 2a^2x.
\end{cases}$$

d'où

I est donc sur la parabole (\mathfrak{T}) d'axe EG, de sommet E et de côté droit EG.

D'autre part
$$AI^2 = \overline{CG}^2 + B\overline{D}^2 - AD \cdot AC$$

d'où
$$\overline{AI}^1 = AD \cdot AC$$
.

I appartient donc à l'hyperbole $(\partial \mathcal{C})$ de sommet C, d'axe AC et de côté droit CD.

Si done on pose
$$ED = CE = a \quad \text{et} \quad (CA,CG) = (Ox,Oy)$$
on a
$$(\mathcal{R}) = \{ (x,y) : \quad ay = x^2 - a^2 \}$$

$$(\partial \mathcal{C}) = \{ (x,y) : \quad y^2 = ax + x^2 \}$$

(20) est une hyperbole équilatère dont le deuxième sommet est D.

Le point d'intersection est donc l'une des deux racines positives, la plus grande, de l'équation:

$$x^3 - ax^2 - 2a^2x + a^3 = 0$$

La différence entre les démarches d'I.H. et d'al-Qühî réside donc dans le choix des courbes. Mais cette différence en entraîne une autre, plus importante: I.H. a choisi les mêmes courbes dans ce cas et dans celui de (1,5,1), aussi l'équation obtenue est-elle la même. Il ne voulait pas seulement résoudre le problème, mais parvenir au moyen du plus petit nombre de courbes nécessaires à la solution du problème de l'heptagone dans tout les cas possibles. C'est pourquoi il a opté pour une autre méthode que celle d'al-Qühī, qui ne visait pas une solution aussi générale que celle d'I.H.

La synthèse d'al-Qūhī suit immédiatement son analyse:

Posons AB = AC et $AB \perp AC$ (voir Fig. 11). Traçons la parabole (\mathfrak{A}) de sommet B, d'axe AB, de côté droit AB; l'hyperbole ($\mathfrak{J}C$) de sommet A, d'axe AC, et de côté droit AB = AC. Elles se coupent en E.

Par E on mène EH // AC , EG // AH. Prenons I sur AC tel que IC = AH.

On a
$$E\overline{G}^2 = GA,GC$$
 [équation de (\mathcal{H})]

$$d$$
'où $\overline{IC}^1 = GA.GC$.

D'autre part
$$\overline{AG}^2 = AB.BH$$
 [équation de (T)]

d'où
$$\overrightarrow{AG}^2 = AC.AI$$
 d'où le résultat.

Le reste de la construction se fait comme à l'ordinaire.

lyse, al-Qühî suppose que l'on a un segment AB (voir Fig. 10) divisé en C et en D tels que

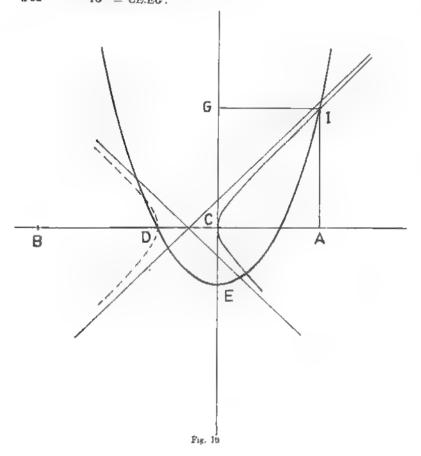
$$AD \cdot AC = \overline{DB}^2$$

$$CB \cdot CD = \overline{AC}^2$$

Posons ECG + AB : EC = CD et CG = DB.

Menons GI//BA et AI//CG. On a $\overline{IG^2} = \overline{AG^2} = CB$ BD.

On a $\overline{IG}^2 = \overline{AC}^2 = CB.BD$ d'où $\overline{IG}^2 = CE.EG$.



On a
$$HB = BE$$
, et $BM = BC$; done $HM = CE$ et $HL = MC$
 $EC \cdot CM = HM \cdot MC$.

Mais
$$HM \cdot MC = IK \cdot KC$$
 [puisque $HM \cdot MC = KG \cdot GC$, équation de (H)]

Or
$$\frac{MC}{CB} = \frac{GC}{CK} = \frac{IK}{CK} = \frac{IK \cdot KC}{\overline{KC}^2}$$

donc
$$\frac{EC \cdot CM}{E\bar{C} \cdot \bar{C}\bar{B}} = \frac{IK \cdot KC}{\bar{K}\bar{C}^2}$$
.

Mais
$$EC,CM = IK,KC$$

d'où
$$EC CB = \overline{KC}^2 = \overline{CD}^2$$
.

Or
$$BD \cdot DC = \widehat{HB}^2$$
 [équation de (\mathfrak{L})]

$$\mathbf{d'ou} = BD \cdot DC = BE^2 \cdot$$

On a donc divisé ED en trois parties telles que

$$EC \cdot CB = \overline{CD}^2 \tag{3}$$

$$BD DC = \overline{BE}^{1} {4}$$

Or d'après (3) on a CD > CB [car EC > CB] et par conséquent EC = EB + BC, EC > CD. D'après (4) on a BE > CD [car BD > CD] et par conséquent BD - BC + CD, BD > BE. Done la somme de deux segments quelconques de EB, BC, CD est plus grande que le troisième [EB + CD > BC, car CD > BC]. On peut donc construire à partir de ces segments le triangle ABC. Cette construction se fait comme précédemment.

On remarque que, si on pose (CE,CI) = (Ox,Oy) et CD - a, on retrouve, ici encore, les courbes du cas précédent, c'est-à-dire:

$$(\mathfrak{T}) = \{ (x,y) : y^2 = a(x+a) \}$$

$$(\mathfrak{T}) = \left\{ (x,y) : y = x - \frac{a^2}{x} \right\}$$

On montre comme précédemment que (\mathcal{Q}) et (\mathcal{H}) se coupent en $H(x_0,y_0)$, et on a la même équation

$$x^3 - 2 ax^2 - a^2x + a^3 = 0$$

Il reste, pour localiser la différence entre la dernière démarche d'I.H. et celle d'al-Qühï à reprendre rapidement le texte de ce dernier.¹ Dans son ans.

^{1.} Al-Qûbî: Epître sur la détermination du côté de l'heptagone. Nous avous consulté la manuscrit de la B. N. du Caire, reyâd 40 (ff 222v - 225r). Pour les autres manuscrits, voir F. Sesgiu: Geschichts des arabischen Schroftums, B. V. (Leiden, 1974), p. 318.

Or
$$ABC = \frac{4\pi}{7}$$
, alors $\triangle DAC = \angle ABC = \frac{2\pi}{7}$
doug $\triangle ADC$ et $\triangle ABD$ sont semblables.
On a alors $BD \cdot DC = \overline{DA}^2 = \overline{BE}^2$. (2)

Le segment ED doit donc être divisé en B et C, tels qu'on ait (1) et (2); mais c'est le Lemme d'Archimède.

I.H. rappelle alors qu'al-Qûhî a divisé le segment selou ce rapport pour construire le triangle du type (1,2,4), et ensuite l'heptagone régulier. Il propose d'appliquer une autre méthode que celle d'al-Qûhî. Mais avant de nous interroger sur cette différence, poursuivons l'exposé de l'analyse d'I.H.

Pour diviser le segment ED en B et C suivant le rapport donné, posons:

CK = CD; KG = CD tel que KG = KC; $BH \perp BC$ tel que BH = BE; $CL \perp BC$ (voir traduction Fig. 6). Menons GI / KC avec GI = GK et piguons GC et IK. HB coupe GC en M.

Traçons la parabole (\mathfrak{P}) de sommet D, d'axe DB, et de côté droit DC. Puisque $HB^2 = EB^2$, on a $\overline{HB}^2 = BD \cdot DC$, donc $H \in (\mathcal{P})$.

Traçons l'hyperbole (\mathcal{H}) passant par K et admettant CL et CG pour asymptotes. Puisque

$$KG = KC$$
, on a $BM = BC$, d'où $HM = EC$,

d'où
$$ECCB = \overline{CD}^2$$
 entraîne $MH \cdot CB = KG \cdot KC$

Maia
$$\frac{HL}{CB} = \frac{MC}{CB} = \frac{GC}{KC}$$

$$\frac{d'oh}{GB.MH} = \frac{GC.KG}{KG.KC},$$

done $MH \cdot HL = KG \cdot GC$, d'où $H \in (\mathfrak{IC})$.

On a finalement $\mathbf{H} \in (\mathfrak{L}) \cap (\mathcal{H})$.

Si donc on connaît C et D, on connaît (\mathfrak{P}) et (\mathfrak{H}) , et par conséquent H. On connaîtra également B, projection de H, et finalement E, car BH = BE.

Synthèse: Soit KD un segment quelconque donné, C son milieu; menons $KG \perp KD$ tel que KG = KC, GI // KC tel que GI = KC, $CL \perp DK$. Juignons GC, IK.

Traçons l'hyperhole (\mathcal{T}) passant par K et admettant GC et GL pour asymptotes, et la parabole (\mathcal{D}) de sommet D, d'axe KD et de côté droit GD.(\mathcal{D}) coupe (\mathcal{H}) en H, pour les raisons invoquées précédemment.

Menons HB _ DK, EH // GC. Prolongeons HB en M et EH en L.

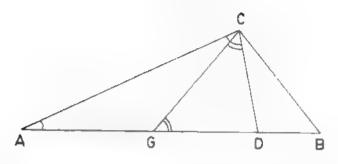


Fig. 8

En effet, soit $\triangle ABC$ (voirFig. 9); prolongeons BC de part et d'autre en D et E respectivement tels que CD = CA et BE = BA.

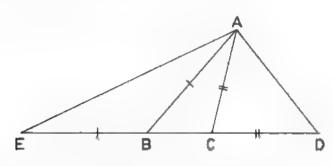
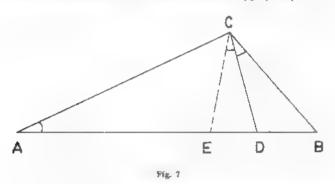


Fig. 9

Puisque
$$\angle ACB = \frac{4\pi}{7}$$
, alors $\angle ADC = \angle ABC = \frac{2\pi}{7}$
donc $\angle BAD = \frac{3\pi}{7}$ et $\angle ABD = \angle ADB$
d'où $AB = AD$ et $AD = BE$.
Mais $\angle ABC = \frac{2\pi}{7}$, alors $\angle AEB = \frac{\pi}{7}$
d'où $\angle AEC = \angle BAC$.
 $\triangle ABC$ et $\triangle AEC$ sont donc semblables.
On a $EC \cdot CB = \overline{CA}^2 = C\overline{D}^2$. (1)

 $\triangle ACD$ est donc du type (3.3.1). On se donne donc $\triangle ACD$ et on augmente $\angle ACD$ de $\angle DCB = \angle CAD$, et on obtient $\triangle ABC$ du type (1,2,4).



De même si on pose $\angle BCE = \frac{2\pi}{7}$, on a $\angle CEB = \frac{3\pi}{7}$ car $\triangle EBC = \frac{2\pi}{7}$. $\triangle BEC$ est done du type (2, 3, 2).

Si on prend $\angle ECA = \angle ECB$, on a $\angle ACB = \frac{4\pi}{7}$ et $\angle CAB = \frac{\pi}{7}$ $\triangle ABC$ est done du type (1, 2, 4). De même (voir Fig. 8), si on pose $\angle ACG = \angle CAG = \frac{\pi}{7}$

Done $\triangle AGG$ eat du type (1,5,1).

done
$$\angle CGD = \angle ACG + \angle GAC$$

 $\angle CDG = \frac{3\pi}{\pi}$

Si donc on prend $\angle CAG = \frac{\pi}{7}$, alors $\angle ACB = \frac{4\pi}{7}$ et $\angle CAB = \frac{\pi}{7}$ et $\angle CAB = \frac{\pi}{7}$ et $\angle ABC = \frac{2\pi}{7}$.

Le cas (1, 2, 4) peut donc être ramené à ceux qui précèdent.

Mais il est possible de construire un triangle du type (1, 2, 4) sans le ramener aux cas précédents. Mais l'analyse montre que l'on revient alors au Lemme d'Archimède.

Puisque
$$AB - BE$$
, on a $\angle BAE = \angle BEA$
donc $\angle BAE = 3 \angle ACB$ et $\angle CAE = 2 \angle ACB$

et on a
$$\times BAC = 5 \times ACB$$
.

Le triangle ABC est donc du type (1,5,1). Par homothètie ou construit dans le cercle donné un triangle semblable à ABC, et on obtient l'heptagone. Reprenons donc la démarche d'I.H., et posons (BD,DG) = (Ox,Oy) et CD = a.

Considérons:

$$(x) = ((x,y) ; y^2 = a(x+a))$$
$$(x) = \frac{1}{2} (x,y) ; y = x - \frac{a^2}{x} \frac{1}{2}$$

(4) et (x_1,y_1) , tel que $x_1 \in \mathbb{R}^n_+$ et $y_1 \in \mathbb{R}^n_+$

En effet:

Soit
$$f_1: [0,\infty[$$
 \rightarrow R telle que $f_1(x) = \sqrt{a(x+a)}$
 $f_2: [0,\infty[$ \rightarrow R telle que $f_2(x) = x - \frac{a^2}{x}$

 f_i et f_i sont monotones croissantes.

Soit h:]0, ∞ [\longrightarrow IR telle que $h(x) = f_2(x) = f_1(x)$ h est définie monotone croissants, et on a

$$\lim_{\substack{x \to 0 \\ x > 0}} h(x) = -\infty \qquad \text{st } \lim_{\substack{x \to \infty}} h(x) = +\infty$$

Il existe donc $x_1 \in]0, \infty[$, unique, tel que $h(x_1) = 0$. x_1 est l'une des deux racines positives de l'équation aux abscisses qui s'écrit après simplification par (x + a):

$$x^3 - 2 ax^2 - a^2x + a^3 = 0 .$$

I.H. construit ensuite un triangle du type (1,5,1), et par une homothétie il construit dans le cercle donné un triangle semblable au premier, et obtient finalement l'hoptagone.

4. Cas (1,2,4)

Analyse: 1.H. montre d'abord que l'on peut ramener ce cas à ceux étudiés auparavant. Supposons en effet qu'on sit trouvé $\triangle ABC$ (voir Fig. 7) tel que $\ge A$, $\ne B$, et $\ne C$ soient dans le rapport (1,2,4). Posons

$$\angle BCD = \frac{\pi}{7}$$
, on a $\angle ACD = \frac{3\pi}{7}$ d'où $\angle ADC = \angle ABC + \angle BCD = \frac{3\pi}{7}$.

d'où
$$rac{HM\cdot HI}{BD\cdot DE}=rac{GK\cdot KL}{\overline{KL}^2}$$
 . Muis $HM\cdot HI=GK\cdot KL$

 $HM\cdot HI - GK\cdot KL$ féquation de (M)]

 $BD \cdot DE = KL^2$ dozić

 $BDDE = \overline{CD}^2$ d'où

KC = 2 CDMais

 $KC_1CD_1 = 2\overline{KL}^2$ ďoù

L est donc à l'intérieur' de (A). (A) coupe donc DI au delà de L, soit au point N. La droite HB est alors au delà de KL, et BD > DK.

 $BD \cdot DE = \overline{DK}^2$ Main

DE < DK et par conséquent DE < CD et EC < 2CD. doné

[équation de (P)] Mais $BC.CD = \widetilde{HB}^2$

> HB = REe£.

 $RC_{c}CD = \overline{RE}^{2}$ d'où

 $BC \cdot CE < BC \cdot 2CD$ et $BC \cdot CE < 2\overline{EB}^2$ donc CE < BEet on a BC = BE + CE d'où (BE + CE). $CE < 2EB^2$, alors l'hylen effet pothèse CE = BE ou CE > BE conduit à $(BE + CE) \cdot CE = 2BE^2$ $(BE + CE) \cdot CE > 2\overline{EB}^2$ alors 2BE > BC.

Il est donc possible de construire sur BC un triangle isocèle tel que BCsoit sa base, et que ses côtés spient égaux à BE. Soit $\triangle ABC$. Joignons $AD_{i}AE$.

Puisque
$$AC = BE$$
, on a $BC \cdot CD = AC^2$.

$$\Delta ACD \text{ et } \Delta ABC \text{ sont semblables,} \qquad \text{d'où}$$

$$\frac{BC}{AC} = \frac{AC}{CD} \text{ et } \Delta CAD = \Delta ABC = \Delta ACB$$

$$AD = CD \text{ et } BD \cdot DE = \overline{AD}^2.$$

$$\Delta ADE \text{ et } \Delta ABD \text{ sont semblables} \text{ et}$$

$$\Delta DAE = \Delta ABD = \Delta ACD$$

$$\Delta AEB = 3 \Delta ACB.$$

 $L^{\pm} \in (\mathbb{Z})$ de projection K, on a $\widetilde{KL}^{\pm} = KG \cdot CD$. Soit

Malu $KC \cdot CD = 2KL^3$ $\overline{KL^{iR}} = 2\overline{KL^{iR}}$

d'où.

KL' > KL et L mot à l'intérieur de (2). done.

^{1.} Cette affirmation est évidente, car:

donc
$$\frac{HM}{BD} = \frac{GK}{DK}$$
 et $\frac{HM \cdot DE}{BD \cdot DE} = \frac{GK}{DK}$
d'où $\frac{GK}{KL} = \frac{GK \cdot KL}{KL^2}$
Mais $\frac{BD \cdot DE}{KL} = \frac{CD^2}{KL^2} = \frac{KL^2}{KL}$
donc $\frac{HM \cdot DE}{KL} = \frac{GK \cdot KL}{KL}$
Mais $\frac{DE}{KL} = \frac{DM}{KL} = \frac{HL}{KL}$

L'hyperbole (H) passant par K et admettant pour asymptotes GD et DI passe donc par H. Mais d'après (2) et l'hypothèse BH = BE, la parabole (\mathfrak{T}) d'axe BC, de sommet C et de côté droit DC, passe par H.

Done
$$H \in (\mathcal{H}) \cap (\mathcal{G})$$
.

Si donc l'on connaissant $CD_*(\mathcal{X})$ et $(\cdot; \cdot)$ seraient connues, H serait également connu, ainsi que E et B.

Synthèse: Soit CK un segment quelconque donné. Partageons CK au point D en deux moitiés, et menons de D et de K les perpendiculaires DG et KL, respectivement telles que DG = KL = DK. Joignons GK et DL, et prolongeons DL jusqu'en I. Traçons l'hyperbole (\mathcal{H}) passant par K et admettant GD et DI pour asymptotes. Traçons aussi la parabole (\mathcal{P}) d'axe CK, de sommet C, de côté droit CD.

 (\mathcal{P}) coupe DI, car toute droite qui coupe l'axe de (\mathcal{P}) coupe (\mathcal{P}) en deux points de part et d'autre de l'axe. Si en outre (\mathcal{P}) dépasse DI, elle s'en éloigne, car la droite tangente au point d'intersection coupe DI. Donc (\mathcal{P}) reste au dessus de la tangente. Si (\mathcal{P}) s'éloigne du point d'intersection, elle s'éloigne donc de DI. Mais à mesure qu'on prolonge (\mathcal{H}) , elle s'approche de DI. Il en résulte nécessairement que (\mathcal{H}) et (\mathcal{P}) se coupent, soit en H.

Du point H, menous la perpendiculaire HB à l'axe de (\mathcal{P}) et HEM // DL.

ΔHBE et ΔEDM sont alors semblables à ΔDKL, et on a

$$HB = BE \quad \text{et} \quad ED = DM$$

$$d'où \quad \frac{HE}{BE} = \frac{DL}{DK} = \frac{EM}{DE} = \frac{HM}{BD} \qquad \text{[parallélisme et rapports]}$$

$$done \quad \frac{HM}{BD} = \frac{DL}{DK} \quad , \quad d'où \quad \\ \frac{HM}{BD}DE = \frac{GK}{KL} = \frac{GK \cdot KL}{KL^2}$$

même rayon — a- , ils se coupent si BC < 2a ; ce qu'I. H. démontre [BE+BN>BC].

Le triangle ABC obtenu est du type (2,3,2). Par homothétie, on construit dans le cercle donné un triangle semblable à $\triangle ABC$. On note enfin qu'I.H. procède ici encore par le trusection de ABC.

3. Cas (1,5,1)

Analyse: Supposons qu'on sit trouvé un triangle ABC (voir Traduction Fig. 4),

dont
$$\angle ABC = \angle ACB = \frac{\pi}{7}$$
 et $\angle BAC - \frac{5\pi}{7}$
Posons $\angle CAD = \angle ABC$ et $\angle DAE - \angle ABC$.
 $\triangle CAD$ et $\triangle ABC$ sont semblables, et on a $\frac{BC}{CA} = \frac{AC}{CD}$,
d'où $BC \cdot CD = \overline{AC}^2$ et $CA = AB$
 $BC \cdot CD = \overline{AB}^2$ (1)

 $\triangle ADE$ et $\triangle ABD$ sont également semblables, et on a

$$BD \cdot DE = A\overline{D}^2 \cdot$$

Mais
$$AD = CD$$
 car $\angle CAD = \angle ACD$

d'où
$$BD \cdot DE = \overline{CD}^2$$
.

Pusque
$$\angle CAD = \angle DAE$$
 $\angle ABD = \angle ACD$, on a $\angle AEB = 3 \angle ACB$ $\angle BAC = 5 \angle ACB$

$$\Delta BAC = 3\Delta ACB$$

 $\Delta EAC = 2\Delta ACB$

$$\times BAE = 3 \times ACB$$

$$\angle BAE = \angle AEB$$
 d'où $AB = BE$.

D'après (1), on a
$$BCCD = B\overline{E}^{1}$$
. (2)

Posons DK = CD. Menons $KL \perp DK$ avec KL = KD, et de D la perpendiculaire DG telle que DG = DK. Joignous GK, DL, et de B menons la perpendiculaire BH telle que BH = BE. Joignous EH et prolongeons-la jusqu'à M, et prolongeons DL jusqu'à ce qu'il rencontre BH en L.

Pulsque
$$HB$$
 // DM , on a $HE = EM = HM = EM = BE = GK = BE = GK$

Mare EC > CB, d'où DB > DC, donc BN > DC.

On a done

$$BD > DC \implies 2BD > BD + DC$$

 $2BN > BC \implies BE + BN > BC$.

On peut alors construire $\triangle ABC$ tel que BA = AC = BE.

d'où $CB \cdot BD = \overline{BA}^2$.

$$\triangle ABD$$
 et $\triangle CBA$ sont donc semblables, et on a $\angle CAD = \angle AEC$ et $\angle ABC = 2\angle AEC$ $\angle ABC = 2\angle CAD$ et $\angle ADB = 3\angle CAD$ $\angle BAC = 3\angle CAD$.

Si donc $\angle BAC$ est trois parties, alors chacun de $\angle ABC$ et $\angle ACB$ est deux parties. On construit dans le cercle donné un triangle semblable à ABC, et on obtient finalement l'heptagone.

Reprenons donc rapidement la solution d' I.H.:

Soit un segment EB. N et E deux points symétriques par rapport à B Construisons le carré BNSO; soit (BO,BC), un repère (Ox,Oy) et posons BE = a.

Considérons les deux hyperboles:

$$(\mathcal{H}_1) = \{ (x,y) : xy = a^2 \}$$

$$(\mathcal{H}_2) = \{ (x,y) : y = x - \frac{a^2}{x+a} \}$$

 (\mathcal{FC}_1) et (\mathcal{FC}_2) se coupent nécessairement en $G(x_0, y_0)$ tel que $x_0 \in \mathbb{R}^n_+$ En effet:

Soit
$$f_1:]0,\infty[\longrightarrow \mathbb{R}$$
 telle que $f_1(x) = \frac{a^2}{x}$
 $f_2: [0,\infty[\longrightarrow \mathbb{R}$ telle que $f_2(x) = x - \frac{a^2}{x+a}$

 f_1 est monotone décroissante, f_2 est monotone croissante; d'où le résultat, commè précédemment: x_0 , unique, est la seule racine positive des trois racines réelles de:

$$x^3 + ax^2 - 2a^2x - a^3 = 0.$$

On déduit de $G(x_0,y_0)$: $D(O,y_0)$, $L(x_0,x_0)$ et $C(O,x_0)$. On construit A comme intersection des deux cercles $C_1(B,a)$ et $C_2(C,a)$. Ces deux cercles ont le

d'où
$$\frac{LH\cdot CD}{EC\cdot CD} = \frac{HB\cdot BE}{B\overline{E}^{\,I}}$$
 et d'après (1) on a
$$LH\cdot CD = HB\cdot BE$$
 donc
$$PG\cdot GL = HB\cdot BE = IE\cdot EB \; .$$

L'hyperbole $(\partial \mathbb{I}_2)$ passant par E et admettant HL et HI pour asymptotes passe donc par G.

Dono
$$G = (\mathcal{H}_i) \cap (\mathcal{H}_2)$$
.

La projection de G sur BC est D; I.H. déduit alors $CB.BD - BE^2$; on connaît donc BA et AC. Mais il s'agit déjà de la synthèse.

Synthèse: Soit BE un segment quelconque donné, N le point symétrique de E par rapport à B, et le carré BNSO construit sur BN. Traçons l'hyperbole (\mathcal{X}_1) passant par S et admettant BN et BO pour asymptotes. Soit H tel que $HE \perp EB$ et HE = EB, I tel que HI //BE et EI //BH. Traçons également l'hyperbole (\mathcal{X}_2) passant par E et admettant HS et HI pour asymptotes. (\mathcal{X}_1) et (\mathcal{X}_2) se coupent au point G car (\mathcal{X}_2) se rapproche indéfiniment de HS.

Soit D la projection de G sur EB, $L \in HS$ tel que GL // EB. Posons DC = GL et $K \in BO$ tel que GK / / EB.

On a
$$BC = KL = KB$$

done $CBBD = BE^2$ [Equation de BC_1]. (1)

Soit $P \in HI$ tel que $GP //HS$,

on a $PG \cdot GL = EI \cdot EB$ [Equation de BC_2]. (2)

Mais $\frac{LB}{BK} = \frac{LB}{BC} = \frac{HB}{HE} = \frac{HB}{BE} = \frac{HL}{EC}$

d'où $\frac{HB}{BE} = \frac{IE \cdot BE}{EB^2} = \frac{HL}{EC}$

done $\frac{IE \cdot EB}{EB^2} = \frac{HL}{EC} \frac{DC}{DC}$

mais $CD = LG$ et $HL = PG$

done $\frac{PC \cdot GL}{EC \cdot CD} = \frac{IE \cdot EB}{EB^2}$

d'où, d'après (2) $EC \cdot CD = EB^2$

et d'après (1) $EC \cdot CD = CB \cdot BD$,

EC BD

 $\frac{\overline{CB}}{\overline{CB}} = \frac{\overline{DC}}{\overline{DC}}$.

d'où

a, est une racine positive de

$$x^3 - ax^4 - 2a^2x + a^5 = 0.$$

Soit $D_{i}(x_{0},0)$ la projection de $K(x_{0},y_{0})$ sur CE.

Soit $A \in CE$ tel que $CA = DK = \gamma_0$, (C_1) et (C_2) se coupent. Soit B un des points d'intersection. Le triangle ABC obtenu est du type (1,3,3). Par une homothètie, on construit dans le cercle donné un triangle semblable à $\triangle ABC$. On remarque que I.H. procède ici par la trisection de CBA. On note également que (C_1) passe par le centre de (C_2) ; les deux cercles sont donc sécants, et on n'a pas besoin de l'inégalité portant sur la distance des centres et les rayons.

2. Deuxième cas (3,2,2).

Analyse: Supposons qu'on ait trouvé $\triangle ABC$ (voir Traduction Fig. 3) dont les angles +A, +B, +C sont dans le rapport (3,2,2).

Alors $\triangle ABC$ est isocèle, AB = AC. Soit D s BC tel que $\Leftrightarrow BAD = \Leftrightarrow C$. Prolongeons CB en E tel que BE = BA. Alors $\triangle ABD$ et $\triangle CBA$ sont semblables; on a

$$CB \cdot BD = B\bar{E}^2 \cdot$$

 $\triangle ABE$ est isocèle: $\angle BAE = \angle BEA - \frac{1}{2} \angle B$ et $\angle CAD = \angle AEC$, donc $\triangle ADC$ et $\triangle EAC$ sont semblables.

On a
$$EC \cdot CD = \widetilde{AC}^{2}$$
 et $EC \cdot CD = \overline{EB}^{2}$ (1)
donc $EC \cdot ED = CB \cdot BD$.

Soient un segment EH tel que $EH \perp BE$ et EH = BE un segment HI tel que HI // BE et HI = BE un segment BK tel que $BK \perp BE$ et BK = BC un segment KL tel que KL // BC et KL = BC un segment DG // BK, $G \in KL$; DG coupe BL en M.

Soit P le quatrième sommet du parallèlogramme HLGP.

Soit $N \in BC$ tel que BN = BE et BNSO le carré construit sur BN.

On a
$$(N,0) \cdot B\overline{E}^2$$
 et $KB \cdot KG = B\overline{E}^2$
d'où $DG \cdot GK = NS \cdot SO$.

L'hyperbole ($\mathcal{J}(1)$ passant par S et admettant pour asymptotes DB et BO passe donc par G.

On a
$$\frac{LB}{BK} = \frac{LB}{BC} = \frac{BH}{BE} = \frac{LH}{CE} = \frac{HB.BE}{BE^2}$$
 [parallélisme et rapports égaux]

$$\triangle ABD$$
 et $\triangle BED$ sont done semblables.
 $< BED = < ABD$ et $< DBE = < BAD$ d'où $< DBE = < CBD$.
 $\triangle ABC$ et $\triangle CBD$ sont semblables, d'où $\frac{AB}{BC} = \frac{BD}{DC}$.
Or $BC = BD = EC$
done $\frac{AB}{BD} = \frac{CE}{CD} = \frac{AC}{CE} = \frac{AE}{ED}$
d'où $\frac{AB}{BD} = \frac{AE}{DC}$.

E est donc le pied de la bissectrice de *DBA, donc *DBE = *ABE. L'angle B est donc divisé en trois parties égales. La construction de l'heptagone se fait comme précédemment.

On peut finalement résumer ainsi la solution d'I.H.:

Soit (CE,CG) un repère (Ox,Oy). Posons CE=a, et considérons les deux hyperboles:

$$(\mathcal{H}_1) = \{ (x,y) ; xy = a^2 \}$$

$$(\mathcal{H}_2) = \left\{ (x,y) ; y = x - \frac{a^2}{x - a} \right\}$$

(Mi) et (My) se coupent nécessairement au point $K(x_0, y_0)$ tel que $x_0 \in [0, a[$.

En effet:

Soit
$$f_1:]0,a]$$
 \longrightarrow R tel que $f_1(x) = \frac{a^2}{x}$

$$f_2: [0,a] \longrightarrow \mathbb{R} \quad \text{tel que } f_2(x) = x - \frac{a^2}{x-a}$$

$$f_1 \text{ est monotone décroissante}; \lim_{\substack{x \to 0 \\ x > 0}} f_1(x) = +\infty \quad \text{et } f_1(a) = a$$

$$f_2$$
 est monotone croissante; $\lim_{\begin{subarray}{c} x \to a \\ x < a \end{subarray}} f_2(x) = +\infty$ et $f_2(0) = a$

$$h = (f_2 - f_1):]0,a[$$
 \longrightarrow R est définie, monotone croissante, et ou a $\lim_{x\to 0} h(x) = -\infty$ et $\lim_{x\to 0} h(x) = +\infty$ $x < a$

Il existe donc x_a ε]0,a[unique tel que $h(x_a) = 0$

Ô۳

 $KM \cdot MH = HC \cdot ND = HP \cdot HC$.

Menons

KL //HM , avec $L \in HE$, on a $MK \cdot KL = HP \cdot PG$.

done l'hyperbole (∂C_1) passant par G et admettant HC et HL pour asymptotes passe aussi par K.

$$K = (\mathcal{H}_i) \cap (\mathcal{H}_i)$$

La projection de K sur CE est le point D.

Synthèse: Soit CE un segment quelconque; construisons sur CE le carré EHGC; plaçons P sur EH tel que HP=HE. Traçons ensuite l'hyperbole (\mathcal{H}_1) passant par H et admettant CE et CG pour asymptotes, et l'hyperbole (\mathcal{H}_2) passant par G et admettant HC et HP pour asymptotes. Les portions de (\mathcal{H}_2) et de (\mathcal{H}_2) dans la bande définie par les deux asymptotes parallèles se coupent so K.

Scient

$$\{M\} = (CH) \cap (DK)$$

Soit $A \in CE$ tel que CA = KD. Traçons le cercle (\mathcal{C}_1) de centre A et de rayon AC, et le cercle (\mathcal{C}_2) de centre C et de rayon CE. (\mathcal{C}_1) et (\mathcal{C}_2) se coupent en B, et on a

$$AC \cdot CD = KD \cdot DC = KD \cdot KI = GH \cdot HE = C\widetilde{E}^2$$
 (équation de (\mathcal{G}_{i})),

Puleque
$$CB = CE$$
 on a $AC \cdot CD = \overline{CB}^2$ (7)

$$KD = AC$$
 et $CD = DM$ on a $AD = KM$.

Mais
$$MK \cdot KL = GC \cdot GP$$
 [équation de (\mathcal{G}_0)]

on a
$$KM \cdot MH = GC \cdot CH$$
 et $\frac{MH}{HN} = \frac{CH}{HG}$ [parallèlisme]

d'où
$$\frac{KM \cdot MH}{KM \cdot HN} = \frac{CH \cdot HG}{HG^3} = \frac{PG \cdot GH}{CG^3}$$

or
$$KM \cdot MH = PG \cdot GC$$
 [équation de (5H_a)]

done
$$KM HN = \overline{C}\overline{G}^1 = \overline{C}\overline{E}^1$$
 at $HN = DE$, $KM = AD$

$$d^{\dagger}o\dot{a} \qquad AD\cdot DE = \overline{C}\overline{E}^{\dagger} = \overline{C}\overline{G}^{\dagger}.$$

$$\triangle ABC$$
 et $\triangle BDC$ sont semblables d'après (7);

done
$$\angle BDC = \angle ABC$$
 et $\angle CBD = \angle BAC$, done $BD = BC$

$$d^{2}oh \qquad AD \cdot DE = B\overline{D}^{2}$$

(4)

Le reste du Traité sera donc consacré à la synthèse de la précédente proposition. Le but est de montrer que chacun de ces triangles donne une construction possible de l'heptagone régulier, et que tout autre triangle donné par une telle construction est égal à l'un des quatre précédents.

1. Cas (1,3,3).

et, par conséquent

done

 (\mathcal{H}_{0}) on K at GH on N.

Analyse: supposons qu'on sit trouvé un triangle ABC (voir Traduction, Fig. 2) dont les angles A, B, C, sont dans le rapport (1,3,3). △ABC est isocèle. Soit $D \in AC$ tel que $\angle CBD = \angle BAC$. $\triangle BCD$ et $\triangle ABC$ sont donc semblables.

On a
$$BD = BC$$
 at $\frac{AC}{CB} = \frac{BC}{CD}$

d'où $AC \cdot CD = BC^2$ (1)

Soit $E \in DA$ tel que $\star DBE = \star BAC$
 $\star ABD = \star BEC = \star CBE = \frac{2\pi}{7}$

donc $EC = CB$.

Mais $\triangle DBE$ et $\triangle ABD$ sont semblables,
donc $AD \cdot DE = \overline{DB}^2$. (2)

Or $BD = BC$, donc, d'après (1) et (2),
 $AD \cdot DE = AC \cdot CD$.
 $BC = CE$, donc, d'après (2), $AD \cdot DE = CE^2$ (3)

Et par conséquent $AC \cdot CD = \overline{CE}^2$. (4)

Sur CE, on construit alors le carré CEHG et l'hyperbole (\mathcal{H}_1) passant par Het admettant pour asymptotes CE et CG. La parallèle à CG menée de D coupe

Soit $P \in HE$ tel que HP = HE; joignous PG et HC. Le segment HC coupr DN on M.

On a
$$CD = DM$$
 at $DE = HN$. (5)

KI // DC , on a Menons

$$KD \cdot DC = HE \cdot EC = \overline{CE}^{4}$$
 [équation de (\mathcal{H}_{1})]. (6)

On a, d'après (4), KD = AC, et d'après (5), KM = AD. D'où, d'après (3) et (5)

$$KM \cdot NH = \overline{CE}^{0}$$
 et $\frac{NH}{MH} = \frac{GH}{CH}$ $\frac{KM \cdot NH}{KM \cdot MH} = \frac{GH}{CH}$ $\frac{\overline{GH}^{1}}{GH \cdot CH} - \frac{GH^{0}}{ND \cdot HC}$

I.H. construit ensuite un triangle du type (1,2,4) pour achever la solution du problème. A part la discussion, historiquement importante (l'intersection des courbes), la solution d'I.H., bien que menée différemment, ne se distingue pas véritablement de celles données par al-Şā'āni ou al-Qūhi. C'est dans son deuxième traité qu'il va renouveler la position même du problème de l'heptagone.

II. Traité sur la construction de l'heptogone.

Dans l'Introduction à ce Traité, I. H. affirme qu'il entend dépasser les solutions de ce problème, qui ne sont que partielles, pour donner la solution générale.

Il invoque en effet des mathématiciens qui ont déjà traité ce problème; il s'agit d'al-Qühī, et d'un anonyme dont la solution se fonde sur le lemme d'Archimède, vraisemblablement al-Şā^cān . I.H. procède donc par l'analyse des problèmes, et énonce la proposition suivante :

Soit un cercle ABC, et supposons le problème résolu. Soit ADEBCGH l'heptagone régulier obtenu. Soient ABC, BDH, EBC, DBC, quatre triangles inscrits. Tout autre triangle formé à partir de ces 7 points est égal à l'un de ces quatre triangles (voir Traduction, Fig. 1).

En effet, on a

1. ABC:
$$\not\in A - \frac{\pi}{7}$$
 , $\not\in B = \frac{3\pi}{7}$, $\not\in C - \frac{3\pi}{7}$ (1,3,3)

2. BDH:
$$\langle B = \frac{2\pi}{7} , \langle D = \frac{3\pi}{7} , \langle H = \frac{2\pi}{7} \rangle$$
 (2,3,2)

3. EBC:
$$\langle E = \frac{\pi}{7}$$
 , $\langle B = \frac{5\pi}{7}$, $\langle C = \frac{\pi}{7}$ (1.5.1)

4.
$$DBC: *D = \frac{\pi}{7}$$
, $*B = \frac{4\pi}{7}$, $*C = \frac{2\pi}{7}$ (1.4.2)

Autrement dit, il n'existe que quatre triplets formés à partir de a, b, c entiers naturels, tels que a + b + c = 7. L.H. ne justifie pas cette dernière affirmstion, dant la démonstration est immédiate. Prenons cette démonstration dans le style de l'époque:

Supposons en effet $a \ge b \ge c$. Il est impossible d'avoir a = b = c, car on aurait 3a=7, égalité impossible dans N. Posons $b+c\geqslant 2$, on a $a\leqslant 5$, d'autre part a+b+c<3 a , on a a>2. On peut douc prendre 3 valeurs:

$$a = 5$$
 $b + c = 2$, $b = 1$, $c = 1$ (1.5.1)

$$a = 5$$
 $b + c = 2$, $b = 1$, $c = 1$ (1,5,1)
 $a = 4$ $\begin{cases} b + c = 3 \\ b \geqslant c \end{cases}$, $b = 2$, $c = 1$ (1,2,4)

$$a - 3 \quad \begin{cases} b + c & 4 \\ b \ge c \end{cases} \qquad b = 3 \\ b = 2 \qquad c = 1$$
 (1.3.3)

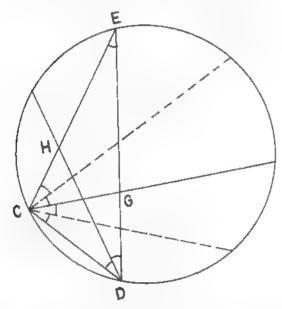


Fig. 6

point dont l'abscisse est l'une des deux racines positives des trois racines récles de l'équation:

$$x^{0} - 2 ax^{0} - a^{0}x + a^{0} = 0.$$

Son raisonnement peut ainsi être traduit:

Salt
$$f_1: [0,a] \longrightarrow \mathbb{R}$$
 ; $f_1(x) = -x + \frac{a^2}{x}$

f1 est continue, décroissante.

Soit
$$f_2:[0,a] \longrightarrow R$$
 ; $f_2(x) = \sqrt{a(x+a)}$.
 f_2 est continue, croissante.

Soit
$$h:]0,a] \longrightarrow R$$
; $h(x) = f_1(x) - f_2(x)$, h est définie, continue, décroissante, et $\lim_{x \longrightarrow 0} h(x) = +\infty$, $h(a) = -u\sqrt{2}$.

Done il existe $x_0 \in [0,a]$, unique, tel que $h(x_0) = 0$. x_0 est l'abscisse du point cherché.

$$\begin{array}{ll} \text{Mais} & \frac{BC}{C\overline{D}} = \frac{\overline{A}\overline{C}^2}{\overline{C}\overline{D}^2} \; \text{car} \; BC \cdot CD = \overline{A}\overline{C}^2 \\ \\ \text{done} & \frac{EC}{C\overline{H}} = \frac{\overline{A}\overline{C}^2}{\overline{C}\overline{D}^2} = \frac{\overline{C}\overline{E}^2}{\overline{C}\overline{D}^2} \; ; \; \text{d'où} \; \overline{C}\overline{D}^2 \; - \; CH \cdot EC \\ \\ \text{d'où} & \frac{CE}{C\overline{D}} = \frac{CD}{C\overline{H}} \; . \end{array}$$

Donc $\triangle DEC$ et $\triangle CDH$ sont semblables, et par conséquent:

$$< DHC = < EDC$$
, et $< DHC = < EDH + < DEH$
 $< DEH = < HDC$
 $< EDC = 2 < HDC$
 $< EDC = 2 < DEC$.

On a également:
$$\frac{DG}{EG} = \frac{CD}{CE} = \frac{CD}{AC}$$
, d'où par composition $\frac{DE}{EG} = \frac{\overline{BD}^0}{\overline{AC}^1} = \frac{\overline{DE}^1}{\overline{CE}^1}$, et par conséquent $\frac{DE}{C\overline{E}} = \frac{CE}{EG}$,

donc \$\Delta ECD et \$\Delta ECG\$ sont semblables, et par conséquent

Si maintenant on construit un triangle inscrit dont les angles soient égaux à ceux de ΔECD , et si on divise $\pm ECD$ en deux moitiés, et chacune d'ella encore en deux moitiés, et $\pm EDC$ en deux moitiés, les droites ainsi tracées divisent le cercle en 7 parties égales.

On vient donc de voir qu'I. H., pour diviser d'abord le segment selon les conditions données, considère (HI, HK) comme un repère rectangulaire. Soit donc

$$(HI,HK) = (0x,0y)$$
 , $EH = a$.
 $(\mathcal{L}) = \{ (x,y) : y^{3} = a (x+a) \}$
 $(\mathcal{H}) = \{ (x,y) : y = -x + \frac{a^{3}}{x} \}$

Il montre que ces deux courbes doivent nécessairement se couper en un

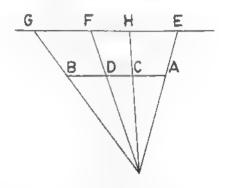


Fig S

d'où par homothétie AC > CD et DB > CD.

On a enfin divisé AB en C et D selon les conditions données. C.O.F.D.

La construction de l'heptagone se ramène enfin à celle d'un triangle ECD tel que EC - CA et ED - DB. Le cercle circonscrit à ce triangle donne directement l'heptagone régulier inscrit. Le procédé d' I. H. est nettement différent de celui d'Archimède dans la mesure où D et C ne sont pas nécessairement à l'intérieur du cercle donné. Or, I.H. s'est déjà assuré de la constructibilité de ce triangle puisque:

Le rapport des angles de $\triangle ECD$ est du type (1,2,4), c'est-à-dire

$$\angle EDC = 2 \angle CED \angle \text{ et } \angle ECD = 4 \angle CED.$$

Soit DH la bissectrice de «CDE et CG la bissectrice de «ECD, on a

$$\frac{EH}{HC} = \frac{ED}{DC} \quad \frac{BD}{DC}, \text{ d'où par composition } \frac{EC}{CH} = \frac{BC}{CD}.$$

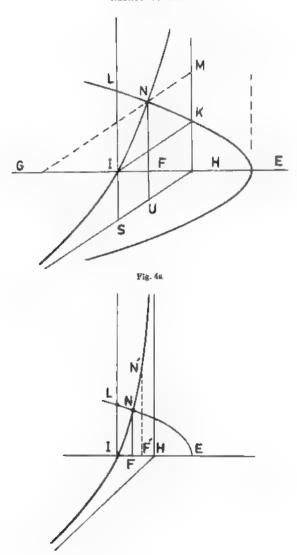


Fig. 4b

Soit HK + HE , HK - HE et HK // IL.

Traçons la parabole (\mathfrak{A}) d'axe EG, de sommet E et de côté droit EH; d'après 1.22 des Coniques on a $KE(\mathfrak{A})$ car KH=HE.

Soit $L \in (\mathfrak{T})$ tel que $LI \perp IE$. Prolongeons LI jusqu'en S tel que IS = IH. KISH est donc un parallèlogramme.

Traçons l'hyperbole (\mathcal{H}) passant par I et admettant HK et HS pour asymptotes. (\mathcal{H}) existe d'après II, 4 des Coniques.

Or IL // KH et KH est une asymptote. IL coupe donc (\mathcal{H}) en un point mique I. La demi-droite IL est à l'intérieur de (\mathcal{H}) et ne rencontre (\mathcal{H}) qu'au point I.

IL et KH déterminent donc une bande (voir Fig. 4b) dans laquelle on a

$$F'H < IH$$
.

Soit N' un point quelconque donné de (30), alors

i N'F' > NF alors d(N',HK) < d(N,HK)

si $N'F' \longrightarrow + \infty$ alors $d(N',HK) \longrightarrow 0$.

Done la portion de (\mathcal{H}) dans la bande (IL,HK) est coupée par la portion KL de (\mathfrak{T}) en un point N.

Soit NM // KI at NU // HK.

On a $NM \cdot NU = KI \cdot IS$ [d'après l'équation de (\mathcal{H})]

(N,H) = (S,K).

 $0r \qquad HF \perp NU \quad \text{et} \quad HI \perp IS \,,$

done $NU\cdot HF = SI\cdot IH = \overline{EH}^{i}$.

Posons FG = NF . Or FU = FH, done HG = NU ,

 $\mathbf{d'o\check{a}} \qquad \mathbf{GH} \cdot \mathbf{HF} \implies \overline{\mathbf{EH}}^{\mathbf{1}} \cdot$

D'autre part $FE \cdot EH = F\overline{N}^2$ [équation de (\mathcal{P})].

Or FN = FG, done

 $FE \cdot EH = FG^{\circ}$

Les points E, H, F, G donnent finalement la division cherchée.

On passe de cette division de EG à celle de AB par une homothétie.

On a done $DA \cdot AC = \overline{DB}^{i}$

 $BC \cdot CD = \overline{CA}^{1}$

It rests à montrer que AC > CD et DB > CD.

On a $FE \cdot EH = FG^{\circ} = \overline{FN}^{\circ}$

07 FE > EH ; d'où FN > EH.

D'autre part: $\triangle HDE = \triangle BGC \implies ED \cdot EH = BG \cdot BC$ (b)

$$\frac{ED}{BC} = \frac{BG}{EH} = \frac{AI}{DE} \implies E\bar{D}^{1} = BC\cdot AI, E\bar{D}^{2} = AD\cdot AI.$$

I.H. raisonne directement sur la construction à partir d'un carré, il ne mentionne pas la relation (a) implicitement vérifiée et considère la relation (b). Il montre que la détermination du couple (E, 1) vérifiant (9) revient à celle de E divisant AL = 2AD et vérifiant

$$\frac{DA}{LE} = \frac{\widetilde{E}\widetilde{A}^1}{\widetilde{D}E^2}$$
.

C'est-à-dire qu'il ramène le problème à une expression qui ne contient plus I. Pour construire E, I.H. se sert des deux paraboles dont les côtés droits respectifs sont s et s,, mais qu'il ne détermine pas en fonction de AD, qui est pourtant la donnée du problème. En effet, s'est défini par $s = \overline{OD}^2/DL =$ \overline{EA}^2/DE et dépend ainsi du point E, inconnu. On ne peut pas, par conséquent prendre E quelconque. D'autre part, on peut montrer que $s_1 = -\frac{5}{\sqrt{5}} \cdot s_i$ et ainsi ou ne peut pas construire la deuxième parabole sans connaître le point

2. Tout indique donc que, devant la difficulté précédente, I. H. reprend le problème dans une deuxième partie de son premier Traits, Il note d'abord que la construction de l'heptagone régulier selon le lemme d'Archimède revient en fait à diviser un segment AB de telle sorte que

 \mathbf{E}_{i}^{1} c'est encore de ce point moonnu que dépendent les points $\mathbf{0}$, \mathbf{F}_{i} , \mathbf{U}_{i}

avec
$$DA \cdot AC = \overline{DB}^{1}$$
 et $BC \cdot CD = \overline{AC}^{1}$ $AC > DC$ et $DB > DC$.

Prenons EG (voir Fig. 4a) un segment quelconque, H et I deux points de EG tels que HI = HE.

$$1. \ \frac{\overline{EA}^{1}}{\widehat{DE}^{1}} \approx \frac{DL}{LE} \Longrightarrow \frac{\overline{EA}^{1}}{DL} = \frac{\overline{DE}^{1}}{LE} = 0.$$

Considérons un repère de "semmet"
$$L$$
. Posons $AD = a$, $DE = x$, on a

$$\frac{(a + x)^2}{a} = \frac{x^2}{(a - x)} = x;$$
d'où $\frac{3}{a} + \frac{2ax^2}{a} = a^2x + a^3$

d'autre part on a
$$LU=\sqrt{2}~(u+z)$$
. $\widetilde{OU}^3=5~z^3$ d'où $\frac{LU\cdot s}{\widetilde{OU}^3}=\frac{\sqrt{2}~(a-z)~z^2}{5~z^2~(a-z)}=\frac{\sqrt{2}}{5}$, d'où $u_1=\frac{5}{\sqrt{2}}~z$.

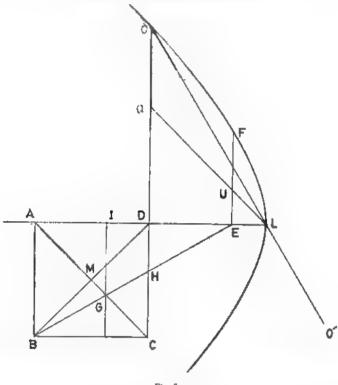


Fig. 3

Mais il sait, d'après Archimède, que si on considère un carré ABCD et un point E sur AD, BE coupera AC en G et CD en H. de sorte que I est la projection de G sur AD; et on a

$$EI \cdot ID = \overline{IA}^{k}$$

Done à tout point $E\in AD$ est associé un point I vérifiant cette condition. Si de plus $\triangle HDE=\triangle BGC$, alors on a (9).

Eu effet, en utilisant les parallèles, on a

(a)
$$\frac{EI}{EA} = \frac{EG}{GB} = \frac{IG}{GK} = \frac{AI}{KC} = \frac{AI}{ID} \implies A\vec{I}^2 = EI \cdot ID.$$

K est la projection de G sur BC.

(L, F, O) cette parabole; elle passe également par F, car d'après (6) et (7) en a

$$LE \cdot a = \overline{EF}^{a}$$
 (8)

Posons DQ = DL et joignons LQ. Il coupe EF en U.

On a LDQ de forme connuc – [triangle isocèle] – et $<\!OQU$ est connu [= 1350], Le rapport $\stackrel{QU}{DE}$ est aussi connu car $\stackrel{QU}{DE}=\stackrel{QL}{DL}$.

$$O_{\mathbb{T}}$$
 $OD = EA$ et $QD = DL = DA$,

donc QO = DE, et $\frac{QQ}{QU}$ est par conséquent connu $\left[= \frac{1}{\sqrt{2}} \right]$, et QQU est aussi connu $\left[= 135^{\circ} \right]$.

De même $\triangle OQU$ est de forme connue et $\frac{UQ}{OQ}$ est connu.

On a QQ = DE et DE = EF, donc QQ = EF et $\frac{\overline{OU}^2}{\overline{FE}^3}$ est connu.

D'après (8) on a $\frac{LE \cdot s}{OU^2}$ connu, et $\frac{EL}{LU}$ connu, donc $\frac{LU \cdot s}{OU^2}$ est connu et $\star OUL$ est connu.

Donc la parabole de diamètre LQ, de sommet L, dont l'angle des ordonnées est OUL et le côté droit est un segment dont le rapport à s est connu, passe par O. Soit (L, R, O) cette parabole.

Si done on connaît AD, le point L et la grandeur de S, alors la parabole (L,F,O) sera de position connue. Le segment LQ est done de position connue, car $\prec DLQ$ est connu. s_1 est également connu, et $\prec OUL$ est connu, done (L,R,O) sera de position connue. Le point O sera done connu. OD sera également connu car $OD \perp LD$. Mais comme OD/DL est connu, et que $OD \rightarrow AE$ et DL = AD, alors AE/AD est connu. On peut done construire le carré ABCD selon les conditions du Lemme d'Archimède.

L'examen attentif de cette analyse d'I.H. montre qu'elle ne mène pas à la solution du problème d'Archimède. Sans doute est-ce en raison de cette difficulté qu'I.H. n'a jamais repris la synthèse de sa propre analyse. Examinons donc brièvement l'analyse d'I.H. pour localiser cette difficulté.

Il vient de déterminer un couple (E, I) sur un segment AD, tel que

$$DA \cdot AI = \overline{DE}^{I} \tag{9}$$

la perpendículaire DM' sur AC. Elle remplacera DM, et on est ramené aux rapports précédents,

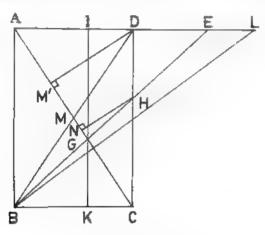


Fig. 2

On a
$$\frac{\triangle ACD}{\triangle CGH} = \frac{\triangle BDL}{\triangle BEL} = \frac{DL}{LE}$$
et par conséquent
$$\frac{DL}{LE} = \frac{EB}{BH} \cdot \frac{EB}{BG} = \frac{EA}{AD} \cdot \frac{EA}{AI} = \frac{\overline{EA}^3}{AD \cdot AI}$$
mais
$$DA \cdot AI = \overline{DE}^3$$
d'où
$$\frac{DL}{LE} = \frac{\overline{AE}^3}{\overline{DE}^4}$$
(5)

Or. d'après (1), AD = DL. Donc, la construction se ramène à diviser AL = 2 AD en un point E tel qu'il vérifie (5). Mais cette division du segment AL ne peut se faire qu'à l'aide des coniques.

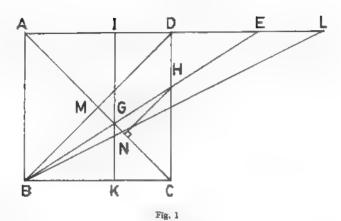
Poursuivons donc l'analyse et supposons que le segment ait été ainsi partagé. Prolongeons CD en O et posons DO = AE.

Menons de E, $EF \perp AL$ tel que EF = DE – voir Fig. 3. On a

$$\frac{DL}{EL} = \frac{\overline{OD}^3}{\overline{EF}^3}.$$
 (6)

Soit $DL \cdot s = \overline{\partial D}^{i}$ (7)

La parabole d'axe DL, de côté droit S, passe donc par O, d'après (7). Soit



d'où, d'après (3)

 $\Delta AMD = \Delta EDH + \Delta BMG.$

Ajoutons communément aux deux membres le quadrilatère MDHG, on a

$$\triangle BDE = (A,D,H,G)$$

Soit

 $\Delta BEL = \Delta CGH$,

Ona

 $\triangle BDL = \triangle ADC_i$ et ils sont entre deux parallèles.

(4)

done

LD = DA

et on #

 $\frac{\triangle BDL}{\triangle BEL} = \frac{\triangle ADC}{\triangle CGH} .$

Menons

 $HN \perp GC$, on a $HN \cdot \frac{1}{2} GC = \Delta GHC$,

et de même

 $DM \cdot \frac{1}{2} AC = \triangle ADC$ car $DM \perp AM$,

done

 $\frac{\Delta ADC}{\Delta CGH} = \frac{DM}{HN} \cdot \frac{AC}{GC} = \frac{DC}{CH} \cdot \frac{AC}{GC},$

et par conséquent

 $\frac{DC}{CH} = \frac{BE}{BH} \quad ; \quad \frac{AC}{GC} = \frac{EB}{BG} \, ,$

done

 $\frac{\Delta ACD}{\Delta CGH} = \frac{EB}{BH} \cdot \frac{EB}{BG} = \frac{\overline{EB}^4}{BH \cdot BG} \,.$

Si ABCD est un rectangle-voir Fig. 2 -, il est donc nécessaire de mener de D

traité, dévalorisant de ce fait sa contribution. Dans ce traité, en effet, I.H. ne se démarquait pas de ses prédécesseurs quant à la généralité de son étude, laquelle n'était du reste pas exempte d'incertitudes, que l'en a omis de souli-guer. Or, dans le deuxième traité, I.H. reprend le problème, dont il entreprend délibérément l'étude générale. Il rappelle les limites des travaux de ses prédécesseurs, parmi lesquels il cite al-Qühi, et un autre auteur qui pourrait être al-Şafāni, comme on le verra,

En raison de l'importance de la contribution d'I.H. à l'histoire de ce problème, et pour marquer l'évolution interne de sa propre étude, nous examinerons successivement les deux traités en suivant le texte au plus près, même su détriment de la brièveté.

l, "La détermination du lemme au côté de l'heptagone"

1. Ibn al-Haytham entend ici le lemme donné par Archimède pour la construction de l'heptagone. On sait en effet qu'Archimède, dans un texte sur la construction de l'heptagone conscrvé sculement dans sa traduction arabe, se sert du lemme suivant:

Lemme: $^{\circ}$ Soit ABCD un carré. AC sa diagonale. Prolongeous AD en E et traçons BGHE tel que les deux triangles BGC et HDE soient égaux. Menous KGI // BA, on a

$$DA \cdot AI = \overline{DE}^{2}$$
 (1)
 $EI \cdot ID = I\overline{A}^{3}$ (2)

Or si (1) et (2) peuvent être déduites à l'aide de l'égahté des deux triangles BGC et HDE, la construction du couple (E,I) ne peut être faite qu'à partir des sections coniques. Mais Archimède a construit ce couple par la géométrie mobile.

I.H. entend donc tout d'abord démontrer ce lemme qu'Archimède n'a pas véritablement prouvé. Il commence par essayer de réduire le problème posé, et procède en cela par analyse. Juignons donc BD, il coupe AC en M, son milieu. On a

$$\Delta BMC = \Delta AMD \tag{3}$$

$$\Delta BMC = \Delta BMG + \Delta EDH$$

1. Voir C. Schoy, op. sis. pp. 74 agg.

2 Natous que ce lemme peut être ramené à trouver sur un segment donné AD un point I et sur ma protongement un point E tels que (1) et (2).

Sinn pose
$$AD = a$$
 , $ID = y$, $DE = x$, il vient
$$\begin{cases} x^2 = a (a - y) \\ (a - y)^2 = (x + y) \end{cases}$$
 d'où finalement:
$$z^1 + 2 ax^2 = a^2x + a^2$$

équation que l'on paut résoudre à l'aide de l'intersection des deux courbes dont les équations soul dancées par I La première courbe sat une parabole, la seconde est une hyperbole. trer, l'intersection des courbes utilisées. Pour répondre à cette exigence, les mathématiciens ont été conduits, d'une mamère plus on moins implicite selon le cas, à étudier des propriées des courbes, telles que: la continuité, la convexité, leurs comportements asymptotiques. Ces préoccuppations n'apparaissent encore qu'à peine dans l'algèbre d'al-Khayyām; elles sont pourtant présentes dans celle de Sharaf al-Din al-Jüsi, et contribuent ainsi au passage de la théorie géométrique des équations au début de la géométrie algébrique. Nous traitons ailleurs de cet apport à l'histoire de l'algèbre; nous nous limitons ici au cas de l'heptagone régulier, et plus précisément encore aux études de ce problème par LH. Importantes du point de vue que l'on vient d'évoquer, ces études ont également fortement marqué l'histoire de l'heptagone régulier.

Rappelons en effet tout d'abord que l'histoire de ce problème est connue. daus ses grandes lignes tout au moins. Elle vient d'être retracée ici même. Ses différentes étapes sont jalonnées par les noms d'Abū al-Jūd, d'al-Siizi. d'al-Quhi, d'al-Sa'ani. Afin de construire l'heptagone, ces éminents mathématiciens ont procédé par la construction d'un triangle inscrit dans le cercle donné, et dont les angles sont dans un certain rapport. Ainsi Abū al-Jūd, et de même al-Sijzi, ont considéré le rapport (1,3.3); al-Qübî a étudié séparément les deux cas (1.2.4) qui renvoie au lemme d'Archimède, comme on le verra et (1.5.1). Al-Sa'ani, quant à lui, a également traité le cas (1,2,4). Telles qu'elles se présentent, et faute d'exhiber tous les cas possibles et de les traiter tous, ces solutions sont donc particulières. Or, depuis C. Schoy, les historiens ne se sont pas interrogés sur ce manque de généralité. Pourquoi en effet les mathématiciens arabes n'ont-ils pu s'élever au-dessus de la particularité des cas de la construction de l'heptagone pour les traiter tous? C'est pour répondre à cette question que nous nous tournons vers l'oeuvre d'I.H., afin de montrer que cette généralisation a bieu été accomplic, et qu'elle est de son fait.

Grâce aux biobibliographes anciens, on sait que I.H. a composé deux traités sur l'heptagone régulier. Le premier est intitulé "Traité sur la détermination du lemme au côté de l'heptagone". Le deuxième, rédigé plus tardivement, a pour titre "Traité sur la construction de l'heptagone".

Alors que le premier est connu, traduit en allemand par C. Schoy,7 le deuxième ue l'est point Aussi a-t-on réduit l'étude d'l.H. à son premier

^{3.} Voir notre feition (traduction, commentaire, à paraitre) du Trans d'al-Tusi, Des Equations.

^{4.} Voit A. Anbouba, "L'heptegone régulier", Journal for the History of Arabic Science, 1 (1977), 73-105.

⁵ Voir C. Schoy, Die trigonometrischen Lehren des Persischen Autonomen Abü'l-Reifich Mub. Ibn Ahmad al-Birūni (Hannover, 1927), pp. 72 sqq.

⁶ Norr Ibn Abr Usaylu'a, 'U'van al-'anda' fi jabaqdı al-'ajibd' (Beyrouth, 1965), pp. 559-560; Iba al-Qıftı, Ta'rikh al-hukama', ad J. Lipperz, (Leixik, 1903), p. 167.

⁷ Voir C. Schoy opent, pp. 85-91 (traduction faite à partir du manuscrit d'India Office). Nous donnois ici une édition de ce Traité,

^{8.} Nous donnons lei l'édition et la traduction française de ce texte.

La construction de l'heptagone régulier par Ibn al-Haytham

ROSHDI RASHED*

A PARTIR de la deuxième moitié du IXème siècle, les mathématiciens arabes se sont attachés à l'étude des problèmes célèbres hérités des Alexandrins. Ainsi les deux moyennes, la trisection de l'angle, la construction de l'heptagone régulier, notamment, firent l'objet des recherches des plus éminents géomètres de l'époque, Ahmad b. Shākir, Thābit b. Qurra, Abū al-Jūd, al-Sijzī, al-Qūhī, al-Ṣacānī, lbn al-Haytham (I.H.), parmi bien d'autres. Et, comme ces problèmes de construction géométrique ne peuvent être résolus au moyen de la règle et du compas, ils constituèrent un thème de controverse et de défi entre les géomètres, et un sujet de correspondance et d'entretiens à la cour.

Si l'on connaît mal les raisons scientifiques, mais aussi sociologiques, de l'intense activité de ce siècle, on n'ignore pas en revanche quel fut l'apport de ces recherches non plus à l'histoire de la géométrie, mais à celle de l'algèbre. Woepcke le premier¹ a en effet remarqué quelle fut l'importance des travaux sur les deux moyennes et sur la trisection de l'angle pour l'élaboration de la théorie géométrique des équations cubiques, telle qu'elle se présente dans l'algèbre d'al-Khayyam. Les géomètres, il est vrai, ont eu recours, pour résoudre ces problèmes, à des courbes autres que les droites et les cercles, et par conséquent aux Coniques d'Apollonius. Il est vrai également qu'ils ont procédé par l'intersection de ces courbes, et que parfois même, pour ne citer que le témoignage d'al-Biruni, ils ont reconnu les polynômes associés." En un mot, ces divers problèmes de construction géométrique ont ainsi constitué un domaine d'application des courbes coniques. Cette application, à son tour, a fourni non seulement des techniques, mais aussi des concepts, dont la traduction algébrique par al-Khayyam a rendu possible l'élaboration de la toute nouvelle théorie des équations cubiques. Mais l'apport de ces recherches à l'histoire de l'algèbre ne se borne pas à al-Khayyam et à sa théorie géométrique des équations. C'est en effet au sein de cette tradition de géomètres, et tout particulièrement chez I.H., que surgit une nouvelle exigence: justifier, sinon démon-

C.N.R.S. - Paris.

Voir Woepeke: L'Algèbre d'Omar Alkhayyami (Parie, 1851), et en particulier les additions pp. 91-125.

Voir le troisième livre d'al-Qénéa al-mas-fidi, édition îmâm Ibrâhîm Aḥmed (Le Caire, 1965),
 102 aqq.

ملخصت للففري للينيتوركة في للفيت يشم للكانب

منهج الكاشي غير العملي في تحديد ارتفاع الشمس

إ . س . كندي وماري تريز دبارنو

إن الشهرة الأساسية للعالم الفارسي جمشيد عياث الدين الكاشي (٨٠٠ للهجرة) لتستند إلى مآثره في الرياضيات الحسابية. والمشكلة المعروضة هنا قد تصفي شيئاً ما على منزلته الرياضية الرفيعة ، إلا أنها تتضمن معالجة جبرية للعلاقات المثلثاثية لا الحساب بما هو كذلك .

يعرض لنا الكاشي في المقالة اخامسة من مجلده الفلكي الفارسي و زيج خافاني و (في الصفحات ١٨٨ ف - ١٨٨ ر – من 130 India Office, London, MS. 430) منهجاً لحساب ارتفاع الشمس في لحظة ما معينة ، وذلك بعد قياس عرض ظل يلقيه جدار ما ، فإذا ما نظر إلى هذا المنهج على أنه تقنية عملية عُد ً متهافتاً ، ذلك أن مصطنعه ليحتاج إلى أن يعرف قبل كل شيء (ومقدماً) عرض البلد المحلي وميل الشمس له وزاوية السمت وارتفاع الجدار . وإنه لمن الأسهل في ذلك كل السهولة أن نرصد ارتفاع الشمس مباشرة .

وهلما البرهان يستند بعامة إلى العلاقتين التاليتين :

عرض الظل اله هو:

$$d = w \text{ for } h = (a - a_i) \tag{1}$$

$$a_{\kappa} = \frac{1}{\omega \epsilon h} \left(-h \right) \phi - \frac{\log \theta}{h}$$
 (7)

ومن الواضع أنَّ الكاشي قد أخرادً وفتتُن بالمشكلة الرياضية المعروضة ههنا ، وهو ۲۹۷ عدة يقدم براهين على كل ما يحري من عمليات ، إلا أنه يدعي في هذا العملية أنه عرض برهانها في دراسة مقصلة درأسها للبدأن قارىء الزيج ليشعر باللذة إذ يلرهن عليها بنفسه ودلك كيما يقدر صعوبتها حق قدرها ، ونحن قد أعدنا صياعة برهانها انطلاقاً من تعاقب القواعد للعظية للحل المعطى في النص

وهذا البرهان يستند بعامة الى العلاقتين التاليتين :

عرض الظل في هو :

$$d = w + i b - (a - a_i)$$
 (1)

(حيث h تمثل ارتفاع الشمس ، عا زاوية سمت و a سمت الظل الذي يلقيه الميل العمودي في لحظة الرصد)

$$a_{s} = \frac{1}{-\epsilon_{h}} \left(-\epsilon_{h} h \not = \varphi - \frac{-\epsilon_{h}}{-\epsilon_{\phi}} \right) \tag{7}$$

(حيث يه تمثل عرض البلد المحلي و ﴿ ميل الشمس) .

والعبارتان الحبريتان (١) و (٢) كنتاهما يمكن النظر إليهما على أنهما تايعان متغيراهما المستقلان هما يروي ، و لم على التوالي . ذلك أن العبارة الثانية بمكن أن تصطنع لإقصاء من العبارة الأولى وذلك بعية التارج علاقة قائلة للحل من أجل لم . قد يكون ذلك ممكناً إلا أن العمليات الجعرية والمتلثاثية الناجمة عن ذلك ستكون منوية جداً .

و لكاشي . لعظيم فصله ، يسهل عبينا الأمر باستنداله a_-a_+ ؛ a_- ، وبضربه طرقي العدرة ابخبرية الثانية كليهما في (a_- بعل a_-) وبدمجه نتيجتين من نتائجها الأولية تحسآ لتربيع ثلاثي الحدود .

إلا أن هذا الإحراء العام ليخفق إذا ما طبقناه على الحالة الحاصة التي يكون فيها الجدر قائمًا في المُستوى الشرقي ــ الغربي ، ولهذا بسب عمد الكاشي إلى إعطائنا قاعدة خاصة يمكن البرهنة عليها من طريق رسم بياني هندسي .

دفاعاً عن «كتاب النار »ا « السيمياء العربية و روجر بيكون وإدخال النارود إلى الغرب »

فرنارد فولي کيث پري

يعد هذا البحث محاولة رزينة لإطهار فضل العرب وريادتهم في ميدان المتمجرات البارية. وهو يعرض لذلك آراء من يشكون في ذلك ليدحصها داحصاً بذلك الدعوى القائلة إل الفضل إنما يعود تي هما الشأر إلى بيكوب ، كما رعم هايم الدي قال . إن بعص صبع #كتاب النار » ترجع إلى عام ١٣٠٠ م أو إلى ما بعد وفاة بيكون (أي ببر عامي ١٧٨٤ و ١٧٩٣) وإلى ما بعد ما كتبه عن المسحوق المتفجر من كتب . ثم إن هايم يعتقد أن الصبع القائمة في ﴿ كتابِ النارِ ﴾ عير قادرة على توليد متعجر جدير بهذ الاسم (ذلك بأنه أهمل كل الإهمال الصيغة الثالثة والثلاثين من هذا الكتاب ولم بدرس ســــوى الصيغتين الثانية عشرة والثالثة عشرة، ونسي أذالصيعة الأحيرة تتحدثءن صعغلافيتفجر فيه المسحوق، وأن الصبغة الثالثة والثلائينَ تتحدث عن الــار القاذفة وهي ذَات محتوى بختلف في نسبته مِن تَرَاتَ البوتَاسيوم (٦٨ ٪) عن محتوى الصيغة الثالثة عشرة (٦٦ ٪) . واحتميقة أن هذه السب لقريبة من النسب احديثة (٧٥ ٪ من تترات اليوتاسيوم . ١٠ ٪ من الكبريت و ١٥ ٪ من الفحم) مما يثبت قوة تفجرها ومدى فعاليتها بغص الطرف عن علامها . ويرى هايم بعد فلك كله وبعد دعواه أن قوة الغلاف وحدها هي الّتي تسمح لهذه المماحيق بالتفجر ﴿ نَحَالِهَا ۚ فِي ذَلِكَ حَقِيقَة الأَمْرِ ﴾ أن مصمات بيكون لتشتمل على أفضل ما يتصل بتقنية نَبَرَاتَ الدُوتَاسِيومَ مَنْ مَعْرَفَةً وطَرَائَتَي ، وإنْ جَاءَ ذَلَكُ عَلَى شَكَلَ مَلْغَزَ ﴿ شَفَرَةً ﴾ . وهو بحيث يمكن القول إن صيغة مبكون تتضمن النسب التالية : سبعة أجراء من مترات الموتاسيوم وحمسة أجزاء من الكبريت وخمسة أجزاء من الفحم (وهي صيغة نسبة النترات فيها

١ حكاب السر « Libber Igneum » محسوب إلى سارك اليوناني هو كتاب ذو أصول عربية واصمعة كما هو معروف وك يبين دلك أجل تبيس البحث الذي نقدم موجراً له ههنا بين يدي الفارى، العربي والدعاع عن أصالة للعرب وريادتهم فيما أنجروا من شيء في حيان المتقحر ت والإبارود

قليلة مما يتولد عنها تفجر ضعيف واه ، على خلاف تفجر مسحوق كتاب النار) , ويتم هایم فی بعض آرائه بارتنغتون (و کلاَهما یرفض دعوی غوتمان القائلة إن برتولد شفارتسیّ الألماني هو أول من فجر القذائف وإن يكن آخرون قد ابتدعوا المتفجر ، وهو لم ينسَّ مع ذلك رجع هذا العلم إلى السيمياء العربية ومخطوطة كتاب النار العربي والمنسوب إل مارك اليوناني) الذي يرى أن مساحيق كتاب الدار لبست بمتفجرات حقيقية ، إذ هي تحترق بسرعة كافية لتوليد ضغط غازي داخل الغلاف الورقي مما تسجم معه الفرقعة عن تمزق هذا الغلاف . وهذا يعني (كما يعتقد كل من هايم وبارتنغتون) أن لقوة الغلاف ومتانته أثراً كبيراً في التصجر الحاصل ، وأن مثل هذه الفرقعة الناجمة عن هذا المسحوق (مسحوق كتاب النار) لا يمكن إنتاجها إذا ما أحرق المسحوق في الهواء الطلق أو في وعاء سهل التمزق بالضغط . وكل دلك إنما هو على العكس من أغلفة مفرقعات بيكون الرقيقة والسريعة التمزق والتي ترجع فرقعتها الى جودة مسحوقها وحسب . ولكن ، إذا كان بيكون يعرف خصائص المتفجرات وآثارها فإنه . كما يقول بارثنفتون ، لم يمارسها شخصياً . فهو مبدع لا مجرب ورائد لا متبع ومن هنا تأكيد المؤلف على أن بيُكون لم يرجع إلى كتاب النار ولم يتخذه مصدراً له في هذا الصدد . ثم إن مؤلفنا هذا لا ينكر أن هناك شبهاً كبيراً بين الصيغة الموجودة في كتاب (de mirabilia mundis) ، المنسوب إلى ألبرت الأكبر ، استاذ بيكون ، والصيغة الثالثة عشرة من كتاب النار بحيث يمكن النظر إلى تلك بصفتها إيجازاً لهذه وإن يكن الإيجاز يجعلها غامضة . وهذا الكتاب بأجمعه إنما هو عمل منسوخ من مجموعة من الصبغ الكيماوية العربية كما يرى بارتنغتوں . ثم إن فضل بيكونَّ في تنقية فترات البوتاسيوم لم يثبته إلا تفسير متعسف للفصلين الملغزين التاسع والعاشر من كتاب بيكون «de secrotis» ، مما يبعث على الشك المريب في أمر ذلك . ويرجع بارتنغتون الفضل في وصف الثقنية هذه إلى حسن الرماح (المتوفى عام ١٢٩٤ أو ١٢٩٥) فهذا لم يصف عملية التنقية نفسها بتفصيلها وحسب بل إنه أضاف إلى ذلك اصطناع رماد الخشب من أجل ترسيب أملاح الكلسيوم والمغنزيوم من المحلول قبل تبنور نترات البوتاسيوم. والرماح يشارك كتاب ألنار مضل إدخال فكرة فتيل المفرقعة وإقامته بنجاح في علبة المتفجر الناري وهذا ما لم يقل عنه بيكون شيئًا . ثم إنا نستطيع أن نرجع الصيغة الآنكليزية للدكتور ارديرن (١٣٧٧ م) إلى كتاب النار الذي اتبعه ارديرن اتباعاً حِرفياً في مواضع كثيرة من مصنفاته . إن لجوء بيكون إني الرموز (الشفرة) أفضى إلى الاعتقاد أنه أول من عرف

المسحوق المتفجر. فإذا كانت صبعه كتبت ببن أعوام ١٢٥٠ م أو ١٢٦٥ م و ١٢٦٨ م . وإذا كانت صبغه قد وضعت صريحة واضحة ببن عامي ١٢٦٦ و ١٢٦٨ م ، فما سبب إلغازه (شفرته) من قبل ؟ وما دعواه أنه مبتدع لهذا المتفجر إذا كان يقول هو نفسه إن الأطفال ، في شي أنحاء العالم ، كانوا يلعمون بهذه الحلائسط المتفجرة (بعد عشرين سنة فقط من الكشف عن أمر شفرته) ؟ . يقال إن سبب كتابته الملغرة خوفه من الكنيسة وارتيابها فيه بسبب اهتمامه بالعلم العربي . . كل ذلك يجعلنا نؤكد أنه ناقل للمعارف الكيماوية لا متبدع لها . ثم إن صبغ كتاب النار أقرب ما تكون إلى الصبع الحديثة في نسبها على يُمند ادعاء هايم من أن قوة الغلاف وحدها هي التي تسمع بتفجر هذه المساحيق ، وذلك ما يثبته على نحو عملي — تجربي المؤلفان .

إن أهمية كتاب النار التاريخية (ذي الأصول العربية) تعود إلى نشره تقنية المتمجرات في أوربا ويدعم ذلك ما كتب من كتب وما عرف من مخطوطات ألمانية وما حط من مقالات اسبانية وما علم من ترجمة إيطالية (عام ١٤٥٠ م) هذا الكتاب ، وهي كلها تنقل بص هذا الكتاب وتيرز صيغه الواضحة البيئة .

ثم انتقل المؤلفان بعد ذلك إلى عرض ما قام له الآحرون من تجارب على صيغ حديثة تنصل بمتفجرات مقصورة في أثرها على المدافع . ومن هنا كانت تجربة لاس (Lassers) (بحسب النسب التالية : ٣٥ : ٣٥) على شحنة مدفع مشابه لمدافع القرن الرابع عشر أقل من عشرين متراً ، وتجربة ويليامس على شحنة مدفع مشابه لمدافع القرن الرابع عشر (بحسب صيغة هي أقرب ما تكون إلى صيغة كتاب النار (الثائثة عشرة) ولصيغة البرت الأكبر أي بالنسب التالية : ٣ : ١ : ٣) . فتولد عن ذلك (الخليط الجاف العناصر) احتراق لا انفجار معه ، فإذا رطب الخليط از دادت سرعة قلم الكرة وقوي انفجار المدفع وقل إخفاق احتراقه ... إن بيكون والعرب لم يبحثوا في مثل هذه التجارب وإنما اقتصر بحثهم على كيفية توليد دوي ذي فرقعة ولهيب ذي وهج (أي على المتفجرات النارية) .

إذًا كانت صيغ كتاب النار قد جربت وفصلت على صيغ الرماح فلأن كتاب النار يقول بتفجير المسحوق على خلاف الرماح ثم لأن صيغ كتاب النار أكثر أهمية في التاريخ الأوري ولأن تسبة ما فيها من نترات البوتاسيوم أقل مما هي عليه لدى الرماح في صيغه القريبة من صبغ نيوبولد (أي محسب السب التالية: ٢٠: ٣: ٧ علماً أن نسبة نبرات الدوتاسيوم تزدد كلما نقص حجم البدقية . (لصيغة الرماح السب التالية : عشرة أجزاء من نترات البوتاسيوم ، حزء أو جزءان من الكعربت ، وجرءان أو ثلاثة أجزاء من الهجم أي أن نسة نترات الموتاسيوم لتلغ ٢٦ – ٧٧ / بالمائة وهي قريبة في ذلك من نسبة الصيغ الحديثة) .

وبحسب تحرمة قام بها المؤلمان سنان لهما أن دعوى هايم القائلة إن قوة الغلاف هي التي كانت نتيج لمسحوق كتاب الدار توليد العرقعة لمدرية لا تؤيدها الوقائع في شيء قل أو كثر . وتبدو قيمة هذا الكتاب الاجرائية - العملية - التجربية في اهتمامه بكيفية صنع فتيل المتمحر (على العكس من بيكون) . والاحتلاف القائم بين على المتفجرات النارية في كتاب النار والدى بيكون إنما يرجع إلى إنتلاف لمواد التي صبعت منها ، فهي مصنوعة في كتاب النار من ورق البردي بينما هي مصنوعة لدى بيكون من ورق البرشمان ثم إن كتاب النار سعمد إلى تحديد أوصاف الصاروخ والمفرقعات النارية ألمع التحديد وأوفاه (على حلاف بيكون الدي لم يمل في ذلك سوى إن المغيف يجب أن يكون بحجم الإنها قدراً وشكلاً أي اسطوائياً ويشتمل على القليل من المادة المتمجرة) مبيناً بدلك طوها ومتانة حدرانها. كل دلك انتفاء إعطائه صمات دياميكية. هوائية ولإطالة احتراق عمود المسحوق... عمو يقول في جملة ذلك إن على معلمات المفرقع أن تكون أرق من أنابيب الصاروخ مما يهو يقول في جملة ذلك إن على معلمات المفرقع أن تكون أرق من أنابيب الصاروخ مما يقول التناج من أنابيب الصاروخ الحي شاهد آخر (بعد داك الشاهد المتصل تمادتها الورقية) على ما يدين به الأوربيون لتعالم كتاب النار من قضل .

وقد نبين أن حل هايم لصيغة بيكون غير ناجع إذ أن المفرقع لم يحترق في سبع حالات من عشر ولم يتمحر في احالات الثلاث الناقية . بل إن هذا المسحوق (بحسب نسب بيكون) لم يحترق بالنار ، إذا ما أخرج من مخلفه ، إلا بصعوبة عيى خلاف ما يحدثه مسحوق كتاب النار ، وهو لكثرة بسة الفحم فيه يولد بنخانا أكثف وأدكن وأغزر مما يولده مسحوق صيغة كتاب ابنر وهو إلى ذلك كله يحلف ور «ه من السخام قدراً أكبر مما يخلفه المسحوق المصنوع طيقاً لصيغة كتاب النار ، وذلك بعي أن مسحيق كتاب البار قد احترقت بأسرع وأتم من خليط بيكون هايم مما يسقط معه يدعاء هايم الآنف الذكر والذي فندناه غير مرة ،

ومما يؤكد ذلك أنلغ التأكيد احتراق مساحيق كناب النار في الهواء الطلق خلال فترات قصيرة لا تتعدى الثواتي الخمس .

إن التجارب العشرين لتي أجريت على صيفي مساحيق كتاب المار كانت إيجابية في تتأخيها إذ تولد عنها تعجر يلائم نسبها قوة وقدراً مع ما رافق ذلك من نار حمراء تضرب إلى البياض وذلك على شكل عمود وحيد مركزي المنطلق مستمر لا تقطع فيه ومع ما ترك ذلك الاحتراق من قليل سُخام وما أهضى إليه من نزر دخان .

إن مرقعة صيغ كتاب النار لتبدو ضعيفة إذا ما قيست إلى الصيغ الحديثة وقوية إذا ها ووزنت بالصيغ القديمة (صيغ بيكون – هايم) . وينجم عن هذه التجاربالتي أجريت على المسجوق المصنوع محسب صيغة بيكون ــ هايم (أو بحسب تفسير هايم لصيعةً بيكون) أن هذا المسحوق ليس على مستوى الدعاوى التي اصطنعت له غالمًا والتي أحاطت اسمه بهالة من الإكبار ، إلا أن الشائ يحوم اليوم حول مدى صحة تفسير هايم لها وحول ممالكة من منهما يشعل - خطأ وظلماً ــ هذه المكانة الكبرى في تاريخ الكيمياء . فإذا ما اعتمدنا تفسير نيوبولد الحديد لها اتضح أن ما تفضى إليه من نتيجة ليس بأحس مما تؤديه صيغة كتاب النار ، ومن ثم يميل المؤلفان إلى الاعتقاد الجازم أن المعارف العربية أقرب إلى البقين من تلك وأبلغ اساساً ﴿ إِلاَّ أَنْ ذَلَكَ لا يَبْطَقَ عَلَى هَذَهِ الصَّبِغِ إِلَّا فِي مجال محدود هو محال المفرقعات النارية وحسب ، مما يتبين معه أن تفوق مساحيق كتاب النار في تعجرها الواصح على مساحيق بيكون ـــ هايم محسب تفسير نبوبولد لم يبدُ إلا في هذا المجال دون غيره من لمجالات التي تتصل بتفجر هذه المساحيق في المدافع . وقد تبين أيضاً أن ما م يحترق من هذه الشحنات في المدفع تفجر أوني التفجر عندما أعرد حشوه في مقرقع ورقي . وهذه التجارب لحرية أن تفسر الفترة التي سجلها تاريخ المتفجرات بين التحقق من أن بعض خلائط المسحوق قمينة أن تنفجر والاستعمال الفعلي لهذه الحلائط في المدافع . إلا أن إخفاق همه الصيغ العربية في تفجرها في المدافع لا ينقص من قيمتها التفجرية -- النارية شيئًا. ذلك بأن أول بينة قاطعة على وحود المدافع لم تكتشف إلا في القرن الرابع عشر . ثم إن لغلاف هذه المتفجرات ، وهو ذو أثر في تفجرها واحتراقها ، دوراً في تحاحها واخفاقها ، وقد عُلم ان مادة هذا الغلاف ــ أي الورق ــ لم تكن شائعة رخيصة في الدول المسيحية في زمن بيكور مما يدلنا على أن ما ساقه ىبكون من ملاحظة في هذه الصدد ليس يتبغي أن يعد تقريراً شاملاً لكل ما كان يحدث من تطورات في أمكنة أخرى من العالم ، إذ أن الورق كان يستعمل في الإسلام على نطاق واسع وسيع وكان رخيصاً أيَّ رخص . فإذا كانت المتفجرات الأولى تحترق في الورق بأفضل من احتراقها في المعادن فذلك يعزز احتمال قول من يقول إن فضل اكتشافها إنما يعود إلى الكيماويين العرب ويضعف الاحتمال الآخو القائل بامكان رجع العضل فيها إلى الأوربيين

إن المؤلفين يريان ، على ظن منهما ، أن ليس لمادة المغلف أهمية كبرى، فإذا كانت ، الأخرى ، وهما لم يخبرا مسحوق بيكون في ورق البرشمان لتعذر الحصول عليه ، فإن النباثج التي توصلا البهما قد يعتورها بعض التغير .

من بعد أن استعرض المؤلمان هذه الأمور جميعاً من حيث الموازنة والمقايسة والاختبار لم يحجما عن القول إن دور بيكول في تاريخ كيمياء المنفجرات ليس له من الأهمية القدر الذي نال ، فما كتب من شيء لم يسبق صيغ كتاب النار ، ثم إن الرموز (الشفرة) التي كتب بها لم تفسر إلا في القرن العشرين ، بل إن التفسير هذا لباعث على الشك عبه وبرجع هذا الشك إلى ما يعيب التفسير من نقص وعدم شمول لجميع أجزاء الصيغة الملغزة . ثم إن قول بيكون : إن استعمال المتفجر في ألعاب الأطفال كان معروفاً من قبل على نطاق واسع في بلاد اخرى لدليل على أنه لم يك في ذلك مبتدعاً ولا سباقاً. وليس هناك، فضلاً عن ذلك ، من دليل أو دلالة على أن معاصريه كانوا يعرفون نسبه ليصطنعوها في متفجراتهم (كما هو شأن صيغ كتاب البار) . ولا ننس بعد ذلك كله أن كتبه لم تطلعنا في شيء على النحو الذي ينبغي اتباعه لتنقية نترات البوتاسيوم كما فعل كتاب النار العربي بأبلغ بيسان وأفصح عبارة. ويتوج كل أولئك المآخذ إخفاق صيغة مسحوق بيسكون العربي بأبلغ بيسان وأفصح عبارة. ويتوج كل أولئك المآخذ إخفاق صيغة مسحوق بيسكون ـ هايم من الناحية العملية وهي أبلغ عمك لصحة مسحوق ما أو لفساده .

إن محطوط كتاب النار نتاج بين وأثر واضح للمصادر والتقاليد العربية في مجالي العلم والعمل ، وهو محصلة لعنصرين أساسيين في صنع مسحوق المتفجرات وهما الورق والمناخ المناسب (على أنه يبغي لنا ألا ننسى في كل ذلك عنصر المعرفة وأسسها النظرية) ، وكلا هذين العنصرين موفور في اللاد الاسلامية . حتى إن بارتنغتون على غلوائه في التعصب ليكون (ومؤلفا الدفاع عن كتاب النار يرجعان هذا التعصب لديه ولدى هايم إلى ما يربطهما ببيكود من العرب في

هذا الشأن إنتهى إلى القول في احتمال أن تكون نترات البوتاسيوم اكتشاها عربياً وهو لم يكتف بذلك بل قال إن التفاصيل المتعلقة بتركيب فتيل المغرقعات قد وجدت في مصادر عربية في حين خلت مصنفات بيكون منها خبواً تاماً . وهناك بينات صورية تشير إلى الارتباط الوثيق بين الشعوب العربية والاصطناع الأول المدافع في أوربا (فزي الرحل الذي يشعل الصاروخ في كتاب فون إيشتات الألماني "Bellifortis" والمصنف قبل عام ١٤٠٤ عربي ، وسحنة الرجل المفجر للمدفع في مخطوطة Milimete سمراء داكنة) .

كل دلك يبين بما لا يدع مجالاً لآدنى شك أن دور الكيمياء العربية في الريادة العلمية وفي نقل معرفة المتعجرات إلى أوربا العربية كان أساسياً وجوهرياً وأن من يبخس العرب حقهم في ذلك إنما يتنكب عن سواء السبيل .

تداول المخطوطات الطبية العربية واستعمالها ق اسبانيا محلال القرن السادس عشر

لويس غارسيا _ باليستر

إن من الملامع المميزة لاسبانيا خلال القرن السادس عشر كبر عدد السكان اللين كانوا يتكلمون العربية واللين كانوا يعيشون جنباً الى جنب – في سلم أحياناً وفي حرب أحياناً أخرى – مع أغلبية لم تكن لغتها بعربية – وكلتا الطائفتين (الأغلبية المسيحية والأقليات ذات الأصل المسلم أو اليهودي) كانت تشكل جماعة ثقافية بالعة الاختلاف ، وذلك ينطبق بخاصة على المسلمين أو الذين هم من أصل إسلامي . ويمكن القول ، نظرياً على الأقل ، إنه ما من شك أن عدد المخطوطات الطبية العربية الذي كان موجوداً في اسبانيا في القرن السادس عشر كان كثيراً بين الكثرة .

يشتمل هذا البحث على ثلاثة أحزاء : ١ – الأدب الطبي العربي والنزعة الإنسانية

الطبية . ٧ - المخطوطات العربية الطبية مصدراً للمعرفة الطبية . ٣ - العوامل التي عاقت أو أخرت تداول هذه المخطوطات .

١ ــ الأدب الطي العربي والنزعة الإنسانية الطبية

تبرز 'ضمن الحركة الإحمالية للنزعة الإنسانية الطبية في إسبانيا خلال القرف السادس عشر ثلاثة موصوعات ذات شأن فيما يتصن بالمحطوطات الطبية العربية :

آ ـ ما اعطاه اللسان العربي للمحطوطات المتداولة في مطلع القرن السادس عشر في اسبانيا والبرتغال من قرب المتناول . فكان بدلك مستودعاً لمصنفات الممرسة الطبية العربية الكلاسيكية . وكانت هذه المصنفات لا تزال تشكل قلب عدم الأمراض الطبي كما كان يمُـارس ويُعلم في كليات الطب - وقد كانت « الحاليبوسية المعربة » في اسانيا تتضمن أكرًا بقليل من محرد تعنيق مدرسي على « قانون » ان سيما كما جاء في ترجمته الى لاتينية الفرون الوسطى . دلك أن هذا النص المترجم ، إذا ما قيس إلى أصله العربي ، بدا غير مفهوم في غالب الأحيان . وإنه الرحوع إلى هذه المصادر العربيه في أصلها لم يؤد إلى عهم أفصل للمحتوى فحسب . بل إلى دقة أكبر وإغناء للمعرفة الطبية نفسها . ومن هنا حاءت البصبيحة التي كان يسديها كلينارد (حوالي عام ١٥٣٧) . تلميذ إراسم ، إلى الأطناء الاسبابين والبرتغالبين بتعلم العربية. وقد اتبعها هو أول المتبعين عندما قدم اسبانيا حوالى عام ١٥٣٠ ليتعلمالعربية. ولكن الجاليبوسيين الإسبابيين كانوا عاجزين عن إعادة صياغة آرائهم عن ان سيما الطلاقاً من اتصال مناشر ناس سيما نفسه . وكان يوجد في جنب هؤلاء الأطباء من كان يتقن العربية ويستطيع قراءة المصادر العربية في أصولها . وكان دلك على سبيل المثال شأن الأطاء المرتدين إلى اليهودية والدين كانوا يعيشون على الأعلب في طليطلة ﴿ إِنَّ أَطُّمُ سلمنكا – اللَّذِين كانوا يعرفون من العربية الشيء القليل أولا يعرفون منها شيئاً – وأطبع طليطلة – اللين كانوا يعرفون الشيء الكثير منها – كانوا مشبعين جميعاً ۽ مجالينوسية معربة α طبقاً لتقليد يرحم إلى القرون الوسطى والذي عفاه الرمان ففقد بذلك كل بعد أو مستقبل تاریخی .

ب – وثاني هذه الموضوعات البارزة فيما يتعلق بالمخطوطات الطبية العربية في اسبانيا هو الحركة الكلية للنزعة الانسانية الطبية نفسها . فان سينا ، الذي يشكل تفنيده موضوع المقطع السابق ، كان يُعدُ والجالينوسية المعربة شيئاً واحداً ، هذه الجالينوسية التي قد ثبت عقمها من قبل أو في الثبوت وأبلغه . إلا أن هناك وحها آخر للامكان في هده النقطة من التاريخ . وهي أن الإلضواء تحت لواء المدرسة الطبية الكلاسيكية لم يكن برعامة هيبو قراط وجالينوس وحسب وإنماكان نزعامة ان سينا أيضاً ولاسيما في قانوته وقد كان من الممكن أن نقبق على القانون » نفسه ، ابتغاء فهمه بشكل أثم ، هذه اللعة بصفته علماً مز دهراً ، وذلك في اللغتين العربية واليونانية على السواء . وهذا يعني . نعارة أخرى ، أنه سيكون من المعيد جداً أن فقل « القانون » من العربية الى اللاتينية مباشرة . وقد قام مذلك في اسباب فيغويل خيرو بيمو لديسما (المتوفى عام ١٩٤٧) ، وهو أستاد في جامعة فالنسيا (يعنسية) ، وكان قد تلقى العدم في جامعة ألقلا ، وهي من أكثر مراكز النزعة الانسانية الطبية الاسانية وكان قد تلقى العدم في جامعة ألقلا ، وهي من أكثر مراكز النزعة الانسانية الطبية الاسانية العربية ، ولكنه ولد وعاش في فالنسيا (بلنسية) التي كان يتكلم عدد كبير من سكام العربية . وقد نبذ لديسما المرجمة اللاتينية التي قام بها جرار الكرموني في القرن الناني عشر واصطنع بدلاً منها المرجمة اللاتينية التي قام بها المربا اليعو (في المدقية) والتي تسمند واصطنع بدلاً منها المرجمة اللاتينية التي قام بها المربا اليعو (في المدقية) والتي تسمند ترجع إليه نفسه ، وهي دات محتوى يختلف بعض الاختلاف عن الترجمة المشورة . ولم يستطع لديسما ، لسوء الحظ ، أن يمجز عمله فهو لم يكد ينتهي من تصحيح الفصول الأولى منه حتى باغته المنية

ج - أما الموضوع الثالث الناجم عن العلاقة المعقدة الفائمة بين النزعة الانسانية الطبية والمخطوطات الطبية العربية في اسبابيا فيتعلق بما تقدمه هذه المخطوطات لمن يود استعادة الأصول العلبية اليونانية نفسها من امكال فيعض الإنسابيس ، كمثل كلينارد ، اللين كانوا يعرفون اليونانية والعربية على حد سواء ، كانوا على بينة من حقيقتين هما القدم البائغ للمخطوطات العربية ومطابقتها الواضحة للأصل اليوناني ومن هنا كان بالامكان ، بل من العائدة البالغة ، اصطناعها بغية إعادة صياعة مؤلفات هيبو قراط وجالينوس المفقودة أو لمل مقاطع معينة من المخطوطات اليونانية وإجلائها بعد إد عمصت بالإنتقال . إلا أن كلينارد لم يستطع ، لسوء الحظ ، أن يمحر مخططه ولم تبلغ خطته النتيجة المرجوة ها .

٧ – المخطوطات الطبية العربية مصدر أ للمعرفة الطبية :

إن محتوى المخطوطات الطبية العربية في اسبانيا كان يتمتع طوال القرن السادس عشر
 لقس تكبير من الإكبار والإجلال . وكان هاك في الوقت نفسه ، وحتى الثلث الأخير

من هذا القرن ، وجوع مباشر إلى المصادر الطبية العربية المخطوطة ، لما في ذلك من كبير نفع يعود على ممارسة الطب من الوجهة العملية . وقد كان استخدام المخطوط الطبي العربي ، بصفته شيئاً ما أكثر من مجرد أثر تاريحي أي بصفته مصدراً حياً للمعرفة العلبية ، يميز العالم غير الأكاديمي للأقلية المسلمة في الأندلس . ولكن علينا أن تلاحظ أن المخطوطات العربية لم تكن تتعدى إد داك حدود الاستعمال ، أي أنها « لا تزال تستعمل » ولا شيء أكثر من ذلك . فهي لم تكن تعكس أي عمل جديد مبدع ، وما كان الأطباء الإسبانيون في القرن السادس عشر والماطقون بالعربية ليتخلوا هذه اللغة وسيلة لتدوين خبرتهم السريرية (المرضى) .

٣ ـــ العرامل التي عاقمت أو أخرت تداول المخطرطات الطبية العربية :

إنه لمن الأهمية تمكان أن نعائج مشكاة الأسباب التي أدت إلى اعتياق تداول المخطوطات الطبية العربية في اسبانيا في القرن السادس عشر بن وإلى انقطاعه . وعلينا ألا ننسى أنا تحطط ههنا لعملية معقدة من حيث بنيانها وبعدها الزماني . ذلك أن تداول هذه المحطوطات قد انيت حبله وتوقف توقفاً تاماً ، على نحو عملي ، في العقدين الأخيرين من هذا القرن . ويمكننا أن ندرج لذلك الأسباب التالية :

آ — إن الطائفة المسيحية الغالبة كانت تعوق على نحو متعمد ، بما لديها من ثقل كبير ، كل مظهر من مظاهر ثقافة الأقلية المسلمة ، و دلك ما أفضى إلى إهمال هذه الثقافة . وكانت تحول ، في الوقت نفسه ، بين هؤلاء المسلمين (الاسبانيين في الأندلس) وأجهزة السلطة كالكنيسة والحكومة والجامعة . وقد قامت الكنيسة واللولة في خلال القرن السادس عشر بحملة كانتا تبغيان منها اجتزاز آخر معالم هوية السكان المسلمين القدامى . وبلغت هذه الحملة أوجها في طرد هؤلاء من كل بقعة من بقاع اسبانيا في عام ١٩٠٩ . ومن الواضع أن اللعة عنصر من العناصر التي تعزز أكثر ما تعزز تميز جماعة ما بثقافة مختلفة عن غيرها من الثقافات ، وكان ذلك حال اللغة العربية في هذا الشأن .

ب — ومن هذه الأسباب أيضاً الزوال المفاجىء للأقلية اليهودية ذات الشأن والتي لم تقبل اعتباق المسيحية قسراً فطردوا من اسبانيا عام ١٤٩٣ . ولكن دورهم في المجتمع كان قد تقلص من قبل ومند القرن الرابع عشر وما زال يتقلص على نحو متزايد — مثلهم في ذلك كمثل الأقلية المسلمة ذات العدد الأكبر — حتى غدا ثانوياً لا يعبأ به . إن الأقلية المهودية — وكان بعض أفرادها يتحدرون من أصل اسباني — كانت تحتفظ باللغة العربية

حية في إيطاليا (البناقية) خلال النصف الأول من القرن السادس عشر ، وذلك بصفتها اللغة التي تنتقل بها المعارف الطبية .

ج _ وهناك نقطة أخرى تتجلى في أن المخطوط العربي لم يكن في مقدوره أن يقاوم ضغط الطباعة التي كانت تغمر السوق بنصوص المؤلفين العرب منقولة إلى اللاتينية القديمة أو بنصوص المؤلفين اليونانية بن وحتى بالنصوص اليونانية نفسها . ولم يكن في مكنة المصادر الطبية العربية في الواقع ، ومن جراء ذلك ، أن تصل إلى الطباعة . فهي بدلك قد لقيت مصير المخطوطات غير الأكاديمية بمعنى مزدوج وذلك إما أنها كانت تتداول على نحو شبه سري أوكانت تُعد شاهداً على ماض تاريخي وحسب، فتبعد بذلك من المكتبات الكبرى التي أمسها الإنسانيون بحيث إنه ما من مؤلف طبي أو علمي عمر ي قد نُشر في اسبانيا خلال القرن السادس عشر .

د – أما السبب الرابع المحتمل فقد نظرنا فيه من قبل من وجهة نظر أخرى . فالحقيقة أن اللغة العربية لم ترد في معهاج الانسانيين الطبيين الذين كانوا يسعون إلى إعادة صياغة الطب القديم ، وإن كان بعضهم يعد أفضل ما في الطب العربي من شيء جزءاً من تراشهم الخاص . ذلك أن التوكيد كله قد انصب عبى محاولة النزعة الانسانية الطبية قطع صلاتها بالطب في القرون الوسطى ، لكن واقع الأمر كان أكثر تعقيداً . إذ كان هناك أيضاً تيار من الراّي يعمل على قبول الطب العربي والارتباط به أو الرجوع إليه . وكان يشكل قانون ابن سينا جزءاً من هذا التقليد الذي حاول الانسانيون أن يتخلوه أساساً لهم وأن يدخلوا عليه في الوقت نفسه بعضاً من الاصلاح والتحسين. ومن هنا جاءت جهو دهم الرامية إلى ترجمات لاتينية جديدة عن العربية . وذلك يعني أن لغة الحامعات الغربية قد سادت جنباً إلى جنب مع جالينوسية إنسانية كانت تُدمي عناية كبرى بهيبوقراط وشهمل أكبر ما يكون الإهمال المؤلفين العرب ، حتى عندها كانت ترجم لهؤلاء ترجمة مباشرة من العربية إلى اللاتينية .

هـ إذا كان الانسانيون يجدون في طلب الأدب الطبي العربي وتجميعه فإن ذلك يرجع المرجهات نظر ومقاصد جد مختلفة. همن الواضحيين الوضوحان الرسالة(المقالة) الطبية العربية قد أضحت في المنتصف الثاني من القرن السادس عشر في نظر العالم الإنساني والأرستقراطي دي المعتقد المسيحي شيئاً ذا قيمة في ذات نفسه ، إذ كان يبحث عنها وتدخر لا لشيء إلا لأب كانت « قديمة » . وقد كان ذلك جزءاً من عملية تاريخية يمكن تتبعها بوضوح

مى طريق المخطوصات وكانت تشتمل على كل ذي قيمة في الماضي . وبدلك فرى أن هدا الشغف الكبير بتجميع المخطوصات الطبية العربية لدى الإنسانيين في هذه الفترة من القرن السادس عشر كان يكشف عن الآلام التي صاحبت موت التقاليد الطبية العربية . هذه التقاليد التي غدت لا تصطنعها السوائر الطبية والعلمية المسيحية في المنتصف الثاني من القرن السادس عشر في أي قصد نافع . إن المخطوط العربي قد أودع الصناديق المقفلة في المكتبات الكبرى علم يجد طريقه إلى الطباعة قط ولم ير تذلك من سبيل إلى التداول . ويمكن أن نضرب على دلك مثال تكوين نواة المجموعة الطبية العربية ، في حلال القرن السدس عشر ، في المكتبة الكبرى للاسكوريال والتي أسسها فيليب الثاني .

وعبى الرغم من الطبعة العربية للقانول لابى سينا والمنشورة في روما عام ١٥٩٣ فإن اللعة العربية بصفتها أداة نقل للعلم الطبي قد زالت زوالاً تاماً من أوربا الغربية خلال القرن السادس عشر، فإدا كانت لا تزال تصطنع في منتصف هذا القرن فبصفتها أداة لا يزال اصطناعه محكاً. إلا أنها لم يكن في مكنتها بعد أن تستعمل إذ ذاك وسيلة لنقل المعارف (ليس للبيا سحل بالمخطوطات المنسوخة أو المطبوعة على نحو نظامي في هذه الفترة) ، ولم تكن تعد لعذة الإبداع في أي من هروع الأدب المعبى التي كانت شائعة آنتلا . ثم إن للوضع الاجتماعي الجائر الذي كانت تعافى منه أكثر المعاناة الأقبيات التي تصطنع العربية لغة لها في اسبانيا أهمية حاسمة في إجهاض أية محاولة كان يمكن أن يستغلوها فيبنوا بها عن طريق حديدة تسير بالطب في القربية المحاس عشر والسادس عشر إلى الأمام . وهو الطب المستند إلى المصادر الطبية العربية نفسها أو الذي كان يُعمل العربية أداة تعبير له .

التطور المبكر للتنجيم في الأفدلس

خوليو سمسو

يقول المقري في عرضه لنطور مختلف هروع المعرفة في الأندلس، مستشهداً في دلك بابن سعيد المغربي، إن العموم جميعاً كانت تحطى بأعلى المكانة والقدر ما خلا الفلسعة والتنجيم فقد كانا موضع اهتمام الارستوقراطيين وحسب في حين تحافهما العامة وتعد من يعمل في الننجيم ويقرأ الفلسفة زنديقاً يرجم فيقتل، بل كان السلطان يأمر برحمه حتى الموت تقرباً من العامة أو يأمر باحراق كتب الفلسفة والتنجيم .. كم فعل المنصور بن أبي عامر مرضاة لرعاياه وإن ظل في السر يرعى هذه العاوم . .

وفي ذلك تبيان لما كانت عليه مكانة التسجيم ، علماً وممارسة ، في المجتمع الأندلسي حتى ساية الحلافة عام ١٠٣١ م من قدر . فقد بلغ «علم » التنجيم إذ ذلك درحة عالية من التطور بعد إذ قطع شوطاً بعيداً من التقدم منذ طويل وقت . وما وردنا من عديد الوثائق التاريخية في هذه الشأن عن نشاط المجمين في بلاط الأمراء الأمويين منذ القرن الثاني للهجرة (القرن الثامن الميلادي) لأكبر شاهد على ذلك .

إن مكانة المنجمين لدى الطقات الحاكمة قد كانت عالية ؛ فلكل بلاط مجم رسمي مند وقت الحكم الأول (١٩٦٧-١٨٨). ومن الأمور المعروفة في هذا الشأن صنة الأمير هشام الأول بالمنجم الضي الذي طلب منه الأمير الندؤ بمصير ماكمولان يكن يدعي انه لم يكن يثق بجوابه ونبو انه قائلاً إن ذاله من غيب الله الذي استأثر به ، دلك بأنه صدق الضي عندما تنبأ له بأن ملكه سيدوم ثماني سنوات فوقف بقية حياته على عبادة الله وعمل الحير قائلاً . (انتذير كلمني بلسانك ع . ويحكي أيضاً أن الأمير عبد الرحمن الثاني سأل منجمه وشاعره ابن الشمير عن الباب الذي سيحرح منه فنظر المجم في طالعه ودون الملاحظاته في ورقة وضعها في طرف وختمه ، فأمر عبد الرحمن بشق باب في الحدار الغربي للغرفة وحرج منه ولما فعل في جواب المحجم رأى أن هذا قد تنبأ بما فعله .

ومن غريب الأمر أن يقص عنينا نظامي عروضي سمرقندي القصة نفسها فيما بعد بعد أن ينسبها إلى البيروثي ومحمود الغزنوي .

إن للمؤرخين والمنجمين أكبر القيمة وأعلى المكانة في المجتمع ولم يكن دورهم مقتصراً

على البلاط وحده ، بل كان اهتمامهم يدور حول الظاهرات السماوية والفواجع الطبعية، فقد لفت انتباههم الحسوف الحكلي القسر وظهور نجم كبير في السماء يتحرك شمالاً، كما أن أنظار المنجمين المحترفين كانت متجهة نحو اقتر انزحل بالمشتري وما تضمنه من تغير في المثلثة (دائرة البروج) ، لأن هما الاقتران قد بدأ ببرج النار واستمر في برج الأرض وهذا البرج الأخبر إن هو إلا صاحب قرصة . ولهذا الاقتران تفسيرات عدة إلا أنها جميعاً متفقة على أنه أمارة على نهاية الحلامة (في قرطبة) وبداية الفتمة. ويعود أحد هذه التفاسير إلى المناجم الكبير السلمة المجريطي الذي تنما بتعير السلالة وبالدمار والمذابح والمجاعة. وقد جاء في كتاب الفونس كتاب المعرب على الفربين والبرابرة والمسيحيين نهاية زعامة العرب في اسبانيا والرمن الذي ينتقل فيه دورهم إلى الفربيين والبرابرة والمسيحيين .

إن أهمية المتجمين البالغة في بلاط بني مية قد استدعت حسد الفقهاء والشعراء الذين كانوا يخشون منهم علىنفوذهم في الدو ثر الرسمية العليا. فالعقيه يحيى بن يحيي كثيراً ما كان يهاجم الشعراء المنجمين الذين يحيطون بعبد الرحمن الثاني . وهناك قصائد شعرية تهاجم المعتقدات التنجيمية، وهي تبين أنه غالبًا ما يصاحب الاتجاه المعادي للتنجيم اتجاه غير علمي (من ذلك هجوم ابن عبد ربه على الاعتقاد بتأثير الكواكب في الارض وهجومه عبى كروية الكون والأرض وعلى الحقبقة القائلة إن الأرض يمكن عدها نقطة في وسط الفصاء وإن الصيف في نصف الكرة الجنوبي يلائم شتاء نصف الكرة الشمالي والعكس بالعكس) . وسيصطنع هذا الضرب من احجج في القرن الثالث عشر المجادل والمناظر الديني السكوني (في ؛ عيون المناظرات » و « لحن العوام فيما يتعلق بعلم الكلام ») ، وهو يعد التنبؤات المستندة إلى الاقترانات الكوكبية والولادات بل حتى التنبؤات البسيطة المتصنة بالطقس والمستندة إلى نطام الأنواء (والتي يعدها تنجيمية) مخالفة للعقيدة الاسلامية، وهو يتخذ القرآن له مستندآ في ذلك-حيث يقول: ۚ « مد الأرض» فهي إذن منبسطةلا كروية. والخلط بين التمجيم والفلك باد في أبيات ابن عبد ربه حيث يعد الحداول الفلكية أموراً تنجيمية . وهن نواجه مشكلة تداول بعض الأعمال التنجيمية والفلكية في الأندلس في النصف الأول من القرن العاشر. فإذا كان زيج السندهند للخوارزهي معروفاً في الأندلس ولا إشكال في معرفته، هزنه يشك في معرفة زيج الأركند وبخاصة إدا علمنا أن الفلكي صاعد الطليطليكان يتحدث عنه بعد قرن من ذلك الزمان نقلا عن مرجع ثانوي .

ومن أهم المصادر الأدبية لدراسة الأدب التنجيمي والفنكي كتب ابن جمجل في القرن العاشر وصاعد في القرن الحادي عشر وكلاهما يعرف كتاب الألوف لأبي معشر . أما صاعد فيعرف أيضاً مذاكرات شاذان وقطوف فيتيوس فالبنس إلا أن هذه الكتب لم تكن أول ما قرىء من كتب تنجيمية في الأندلس. فقد تبين لحوان فرنت أن الاصل العربي للترجمة الاسبانية الالفونسية ولكتاب الصلبان، يستند إلى ترجمة عن مؤلف تنجيمي معروف في الأندلس في نهاية القرن الثامن الميلادي أو مطلع القرن التاسعو أن هذا الأمر ليشكل حيقة اخرى فضاف إلى السلسلة الطوينة للروابط التي كانت قائمة بين الثقافة اللاتينية — الايزيدورية والقشتالية والشقافة العربية في الأندلس . وإن لنلحظ هذه العلاقة وثيقة بين النصوص العربية والقشتالية على الرغم من أن هذه النصوص القشتالية تبدو شرحاً وتوسيعاً للنصوص العربية أكثر منها ترجمة لها .

فإذا علمنا أن 6 كتاب الصلبان 8 كان (ول كتاب تنجيمي استخدم في الأندلس وجب عينا تبيان الحطوط الرئيسة لتاريخ هذا الكتاب أى المراحل التي مر بها تطوره . وهذه المراحل الثلاث هي :

١ ــ الأصل اللاتيني المجهول تماماً .

٢ - الترجمة العربية الأولى للكتاب كه أو بعضه ويرجع تاريخها إلى سهاية القرن الثامن . (ومن بين فصول هذا الكتاب ما نظمه المنجم عبد الواحد من اسحق الضبي في زمن الحكم الأول شعراً أو رجزاً وهي فصول (٧٥ ، ٦٠ : ٦١ : ٦٢) تعالج التنبؤ بالمطر والقحط وآثارهما في الزراعة والأسعار والنباتات والمرض ...). والتقنية المصطنعة في مثل هذه التنبؤات سهلة جداً وتلائم أبلغ التلاؤم نظاماً تنجيمياً بدائياً جداً إذ لم يُراع فيها إلا موضع زحل والمشتري في المثلثات البروجية الأربع (الهواء والماء والأرض والنار) ، وهي تدرس وجود هذه الكواكب في المثلثة نفسها أو في مثلثة أخرى محتلفة . فالكتاب لم يأخذ في الحسبان في هذه الفصول إلا البروج (رموزها) والمثمثات، ما البيوت والهيئات التنجيمية التي تتضمن درجة أعلى من التعقيد في تقنية التنبؤ فقد استخدمت في فصول اخرى من الكتاب . وهناك فصول استعمل هيها النظامان وذكر فيها كواكب أخرى فضلاً عن زحل والمشري . إلا أن الكتاب لا يعدم محاولة لتقريب والتوحيد بين الروج والبيوت عن زحل والمشري . إلا أن الكتاب يرى (نظافاً في ذلك التنجيم اليوناني والشرقي) أن بدايات المبيوت تنفق بالفضرورة مع بدايات البروج .

إن الفصول الأولى من هذا الكتاب أكثرها بساطة وبدائية (ومن مظاهر ذلك استخدامها (رموز) البروح عوضاً من الديوت أو مقرنة بها). وإذا عدمنا أن مادتها وان الفصول التي احتفظ بنصها العربي إنما تعالج تسؤات متصلة بالمطر والقحط والأسعار أمكن القول إن النص لأولي لهذا الكتاب إن هو إلا ضرب من كتاب الأمطار والأسعار (وهو العنوان الذي أطلقه المنجم المفرني ابن البقار (في القرن الحامس عشر) على مقتبساته من لا كتاب لصلبان لا العربي وين كان سمتى ما نظمه الضبي رجزاً من ذلك بالأحكام على احداث الجو وأحوال الموك) ، مما يبعث على الظن أن الصبعة الأولى للكتاب تعالج مشكلات التنجم السياسي التي تشكل معظم النص الألفونسي .

و تطالعنا الفصول الأخرى بتقيات ترجيمية معقدة فقد أقيمت الطوالع بحسب موضع لكواكب العلوية أو الدراري الثقال في الكواكب الحارجية (زحل والمشتري والمربح) والشمس وقد نظر أحياناً في نقاط تقاطع المدارين القائمة والساقطة (الصاعدة والنازلة) وفي عطارد والقمر وهذا الكوكب يستحدم عادة لتبيال اللحظة الدقيقة التي يحدث فيها حادث ما وله أهمية بالعة في اختيار أنسب الأوقات للبدء بالحملات العسكرية

يمكن القول إن ما جاء في كتاب الصلبان من قواعد قد طبقها منجمو بلاط المنصور من أبي عامر وظلت تذكرها شمالي افريقيا طويلاً . والهيئات المدروسة هي الهيئات المعادة في التنجيم اليوناني (الاقتران، المقابعة، نعد الكواكب عن بعضها بربع دائرة (تربيع) أو ي ١٢٠ درجة (تثليث)) وهي هيئات التقليد الايزيدوري وقد أضيف إليها كلمة أخرى هي الاحتراق وهذا المصطلح يعني عير معناه التنجيمي المعروف : إذ يحدث الاحتراق عنده تكون الكواكب المدروسة كلها أو معظمها إله في المثلثات النارية أو الهوائية أو في المثلثات المائية أو الهوائية أو في المثلثات المائية المواتبة أو هو يحدث ، بحسب نص آخر ، عندما تكون الكواكب العلوية الأربعة جميعاً في البرج نفسه أو مبعثرة في المثلثة نفسها . وهذه الكواكب الأربعة هي : زحل والمشمري والمربح والشمس .

٣ ـــ هناك طبعة جديدة للنص العربي في منتهى القرن الحادي عشر .

وثرى الترجمة لألفونسية أن مؤلف الكتاب هو كويد الله الصابىء (وهو نفسه ابو مروان عبيد الله بن خلف الاستيجي وقد عاش في رمن القاصي صاعد الطليطلي وراسله). إن القراءة المتأنية للكتاب تبين بوصوح طابعه المغربي بل الأندلسي ، ومما يدل على دلك ما جاء في النص من صريح الإشارة إلى أن بيت الحياة هو برح الجوزاء لأهل الأندلس . والحقيقة أن البيوت لم تذكر إلا في المص العربي (دون القشنائي) حيث بداية البيوت تناسب بداية البروج (الرموز) . وذلك ما يحمل على القول إن منقح الكتاب معجم أندلسي عاش في النصف الثاني من القرن الثاني عشر . وهذا ما يؤكد صحة تحقيق شحصية عويد الله الصابى و إن تصنيف عويد الله الشعوب في ما يؤكد صحة تحقيق شحصية عويد الله الصابى و هذا الأمم ه مما يظن معه أن هذا لكتاب إن هو إلا مصدر من مصادر عويد الله لهذا انهصل وهو الكتاب الذي تلقاه من صادر المدين والله إليه .

إذا ما تساءلما عما فعله عبيد الله للنص الأولي لكتاب الصلب ، قلما إنه إنما شرحه وأعاد صياغته وأخرجه على النحو الذي هو عليه الآن . ويرى عبيد الله أن المزية الرئيسة لنطام الصلوب لتكمن في دراسته لمواقع الكواكب في حظة ما معينة دون رجوعه إلى تاريخ أسبق (التاريح الأصلي للافتران الأولي العظيم في حال التنجيم العالمي أو تاريخ ميلاد الشخص وساعته في حال طلع الولادة) . هذا الظام سايم على الرعم من أن عبيد الله يرى أن التنبؤات المستندة إليه يجب أن يثبتها ويعززها استخدام المناهج الشرقية » . ويبدو أيضاً أن التعديل الذي أدخله عبد الله على اللص الأولي للكتاب ليس سوى التوضيح أو التفسير المنهجي للنذر الغامضة .

إن النص الألفونسي ببين بوضوح في معظم الأحوال تأثر الملك والشعب والبلد بنبوءة ما ، وهذا ما لم يظهر في الطبعة الأولى المنقحة من الكتاب . وهناك مقطع آخر في مقدمة الكتاب لعبيد الله يشير إلى المناهج التي كان يصطنعها الفلكيون الأندلسيون الأوائل من أجل حساب مواقع الكواكب قبل أن تدخل جداول التنجيم الشرقية إلى اسبنيا فالتنبؤات التنجيمية يجب أن تستند إلى المواقع الصحيحة للكواكب وعبها أيصاً أن تنظر في مبادرة الاعتدالين أو تقدمهما . وهذه المواقع تثبت تبعاً لحركات الكواكب وتستخدم في ذلك قواعد شبيهة بقواعد فيتيوس فاليس التي تبين المواقع المتوسطة للكواكب الخارجية . وتشمل معظم الفصول على قاعدة عامة (مع التنبؤ التنجيمي المناسب)، وشرحها (تبعاً لمبادئ فن الاقتران) يعصي إلى تعبين جميع الأحوال الممكمة التي يستطاع تطبيق القاعدة السابقة عليها . ويتبع هذه القاعدة في النص العربي للمصل السادس من ه كتاب

الصلبان ، عشرون مثلاً عرضت فيها الكواكب الأربعة المدووسة (زحل والمشتري والمربخ والشمس) في الطوالع الرئيسة لكتاب الصلبان على نحو بياني .

وإن مقايسة تجريها بين هذا النصى العربي والترجمة القشتالية الموسعة من شأنها أن تؤدي بنا إلى اقتراح مؤداه إمكان أن يمثل النص الاول (في بعض الأحوال) نص الكتاب نفسه قبل تعديل عبيد الله له أو تنشيحه .

ويستخلص مما تقدم أن تحميل هذا الكتاب قد يبين أجلي تبيين التقنيات التنجيمية الي كان يستعملها الفلكيون القدامي في شماني افريقيا واسبانيا والذين لم يستخدموا دقائق التنجيم اليوناني والشرقي . إذ كانت تنبؤاثهم تمثل محموعة من التنبؤات الأولية يستند فيها التنبؤ إلى موضع زحل والمشتري في المثنات المختلفة . ولا حاجة في مثل هذا الضرب من التنبؤ ﴿ تَبَعَّا لَأَرْحُوزَةَ الصَّبِّي ﴾ إلى معرفة الطالع ﴿ البرج ﴾ أو النيوت التنحيمية . فإذا ما ظهرت هذه الحاجة في فصولٌ تشهد بثقنية أكثر تطوراً وتعقيداً كان ذلك التماثل التام بين البروج والبيوت أثرأ باقيأ يذكرنا بمرحنة كانت فيها بداية الطالع وبداية البيوت الأخرى تنطبقان على بدايات البروج . إن موضع الكواكب لم يثبت بأدنى درجة من الدقة ، وعندما تبدو الحاجة فيالكتاب إلى مثل هذا الشوت يمكن القول إن ذلك إنما يمثل إضافة ألحقها ألفونس بالنص . إن معرفة الطالع بحسب القواعد المثبنة في كتاب الصلبان لا تحتاج إلا إلى معرفة البرج الذي نستطيع أن ثرى فيه زحل والمشتري والمريخ والقمر، ويضاف إليها أحياناً معرفة النقاط القائمة والساقطة لتقاطع المدارين. كل هذا يجعلنا نتساءل عما إذا كان لمنجمون الغوطيون الغربيون المتأخرون والأندلسيون في أول أمرهم يعرفون الحداول الفلكية (الكوكبية) المشابهة لتلاشالجداول المعروفة منخلال النصوص اليوفانيةوالمصرية (في العهدالروماني) وهي التي تسمح لنا بمجرد نظرة عجلي نلقيها عليها بتحديد البرج الذي يوجد فيه كوكب في لحطة ما ﴿ وَالْمَلَاحَظَةَ النَّقَدَيَةِ النَّبِي أَبْدَاهَا عَبِيدُ اللَّهِ عَنْ المُنجِمِينِ الذِّي كافوا يقدرون الاقترانات بحسب المواقع الوسطى لا الحقيقية للكواكب تذكرنا بإحدى القواعد التي عرضها فالبنس لذلك الغرض .

لا شك أن الجداول التنجيمية كان يصطنعها المنجمون ، كثل ابن الشامر ، في النصف الأول من القرن التاسع ، إلا أنا لا نعرفها ولا نستطيح الجنزم بسأن المعرفة التنجيمية في تلك الفترة المبكرة في الأندلس كانت كافية لتطبيقها على وجهها الصحيح . وهذه هي

الحال التي كان ينبغي لعبيد الله أن يواجهها عندما أعاد صياغة «كتاب الصلبان » في زمان بلغت فيه الأندلس عصرها اللهبي لا في التنجيم وحسب بل في معظم الفروع الثقافية الأخرى. لا جرم أن عبيد الله قد نقح الكتاب وشرح مقاطعه الغامضة وبسط ما جاء فيها مكثفاً وأضاف البه قطوفاً لمؤلفين كبطليموس وهرمس وأبي معشركان من المتعدر على المنجمين الأندلسيين في الماضي الوصول إليهم .

 « في التاريخ المبكر للاسطرلاب العام الشامل خميع العروض لدى الفلكيين الاسلاميين وأصل كلمة « شكازية » في اللغة العربية العلمية في القرون الوسطى »

ديفيد ا. كينج

هذا بحث في أصل اسم آلة فلكية كان بصطنعها الفلكبون الاسلاميون خلال القرون الوسطى . وهي الصفيحة الشكازية أو شبكة الزرقاله المؤلفة من شبكتين موضوعتين على صفيحة واحدة بحسب زاوية مساوية لانحراف (ميل) زاوية الدروح . وهي بذلك صورة مسطة عن الاسطرلاب العام الذي وضعه ابن خلف بن الأحمر الصيدلاني . واسطرلابه هذا كما عرف في القرن الثالث عشر إنما يحمل شبكة جزؤها نصف دائرة المنحنيات الشكازية وتدور على صفيحة شكازية . وذلك ما يمكن من حل مشكلات علم الفلك الكروي هيما يتعلق بالعروض جميعاً، وهي مشكلات تتصل بتحويل الاحداثيات على الكرة السماوية . وقد اقترح الزرقاله عضادة مجهزة بمسطرة (بشريط) عمودية تحل محل شبكة اسطرلاب الن خلف، ويمكن استخدام الآلين للغاية نفسها أي انتفاء حل مشكلات علم الفلك الكروي على مسقط الن خلف، ويمكن استخدام الآلتين للغاية نفسها أي انتفاء حل مشكلات علم الفلك الكروي الشامل لجميع العروض . وبما أن شبكة ابن خلف في اسطرلابه الشامل نحتوي على مسقط دائرة البروج والنجوم الثابتة فإن آلته لتفوق صفيحة الزرقاله وعضادته .

إذا لم يكن اسطرلاب ابن خلف معروفاً ، على ما بمدو ، خارج الأندلس ، فإن الصفيحتين

الشكازية (بما تنظوي عليه من صف واحد من العلامات الشكارية) والزر قالية (عا تنظوي عليه من صفين) كانتا معروفتين على أوسع نصاق ، وقد كتب فيهما وفي استخدامهما رسائل بالعربية والفارسية والنركية . إلا أنا لم نجد في واحدة من هذه الرسائل إشارة إلى أصل كممة ٤ شكازية » المغزة . ويرى الأستاذ سامسو أن « شكاز » صفة تنسب إلى ٥ قصار الجعود » في طليطلة في القرون الوسطى وإلى الحي اللي يقطنون . وكان يسمى منشى والصعيحة الواحدة الحامنة لهذه الشبكة شكاراً وكانت تسمى صفيحته بالشكازية وربعه دالربع الشكازي . قد نعد مثل هذا الاشتقاق ممكناً ، هالشكازي ، تبعاً لنص قديم ، نسبة إلى الشكاز عبين هويته وقد ذكره التجيبي مع الزرقائه وصفيحته دون أن يذكر عبه شيئاً يبين هويته وقد يخبط الكاتب (كما فعن المنجم الحلبي البكلمشي في القرن الرابع عشر) بين الشكازي (الاسم) والآلة الشكازية .

وهناك مصادر آخرى تمين أن الشكازية إن هي إلا تحريف لكلمة أحرى وهي أبو - السجار الذي عارض الروقاله في الصفيحة العامة لعروض البدان والآقاق فعمد هذا إلى صنع صفيحة ذت شكة معدلا فيها صفيحته السابقة وكتب في ذلك رسالة في مائة فصل (٤٤٠ هـ) , أما المصدر الثاني لهذا البحث فسخة من زيج ابن اسحاق النونسي فصل (حيدر آباد) وهو مصدر الدراسة تاريخ الفلك في المغرب حيث يذكر الفلكيين ان الشجار وابن و فد ومصدره الثانث محطوطة لرسالة في معرفة الوقت كتبها فعكي مصري غير معروف (١٥٠ هـ) (لايدن) والمؤلف يستشهد برواية سعيد الأنداسي في كتابيه لا طبقات الأمم لا و لا طبقات الأمم لا و لا طبقات الأمم المنازرة في مائة فصل عن آلة تسمى بالررقالية الصيدلاني والزرقالة ويبين أن الزرقالة كتب رسالة في مائة فصل عن آلة تسمى بالررقالية المسلم لاناً مأمونياً ذا أفق شامل . قد يقال إن اسم السحاوي قد صنع لدمأمون (أمبر طليطلة) المسلم لاناً مأمونياً ذا أفق شامل . قد يقال إن اسم السحاوي هذا إنما هو تحريف لكمة الشجار المسلم الن السم الفلكي الشجار هو علي وتخطوطة لايدن تقول إن الشجار (السحاوي) لبس سوى على من خلف نفسه أي ابن الشجار (والشجار هو أبر علي خلف) .

إلى نسبة الآلة إلى مبندعها ومسئنها كان امراً معروفاً , فهذا الفلكي الحلبي ابن السراح يسمي آلته التي انتدعها في مطمع القرل الرابع عشر بالسراجية، وهذه الآلة إن هي إلا إسطرلاب عام وقع صاحبه على فكرته بعد نظره في حل مشكلة تحديد زاوية الزمن لارتفاع زاوي سماوي ما وذلك باستعماله الصفيحة الشكارية . إلا أن فكرة آلته تعود إلى الشهجار الطليطلي في القرن الحادي عشر . وقد كتب الزرقاله رسالته عن الصفيحة الزرقالية قبل خمس وعشرين سنة من انجاز ابن خلف الاسطرالابه العام المأموني. وقد علم أنه كتب ثلاث رسائل مفصلة عن آلته لا اثنتين كما هو معروف بعامة. فإذا كانت رسالته الأولى تقع في مائة فصل ورسائته الثانية تقع في شمانيز فصلاً وهي مهداة إلى حاكم لم يذكر اسمه . وقد نسبت هذه الرسالة مؤخراً في استانبول إلى الزرقاله . فهداة إلى حاكم لم يذكر اسمه . وقد نسبت هذه الرسالة مؤخراً في استانبول إلى الزرقاله . فهور رسالته ذات الفصول المائة إذا كانت قد أنشت فعلاً عام ١٤٤ ه (وهي مهداة إلى الأمير المعتمد بن عماد الذي تسلم السلطة عام ٢٩٤ ه في الوقت الذي كان فيه المأمون حاكم طليطلة ، ثم أغتصب الذي تسلم السلطة عام ٢٩٤ ه في الوقت الذي كان فيه المأمون حاكم طليطلة ، ثم أغتصب قرطة من المأمون عام ٢٤١ ه و وظف أن الزرقاله قد غادر بعد ذلك بقليل طبيطنة المضطرية ليستقر في قرطية وانه كتب رسالة جديدة للمعتمد وذبك تكفيراً منه عما كتبه من قبل من رسالة أو رسالتين لمنافسه المأمون . وها هو دا الترتيب الزماني تظهور الرسائل الأربع : ليستقر في قرطية وانه كتب رسائة جديدة للمعتمد وذبك تكفيراً منه عما كتبه من قبل من رسائة أو رسالتين لمنافسه المأمون . وها هو دا الترتيب الزماني تظهور الرسائل الأربع :

٤٤٠ ه رسالة الزرقاله في ١٠٠ يات

٧٥٤ ه رسالة الزرقاله في ٨٠ باباً

174 هـ رسالة علي بن خلف

٧١٤ ه رسالة الزرقاله في ٦٠ باباً

وبعد أن عرفت جميع وسائل الررقاله عن الصفيحة ووسالته عن الاسطولاب المتعلق بنصف الكرة السماوية غدا البحث في أعماله عن الآلات حديراً بالاهتمام .

إن ما توفر لدينا من بينات خري أن بيين لما أن فلكبي الأندلس لم يكونوا أصلاء في أعمالهم ومنجزاتهم، وأن مدى تأثر الزرقاله بالمصادر العربية المشرقية القديمة يجب أن يظل مسألة ظن وتخمين . ومن المعلوم أن فلكي دمشق في مطلع القرن التاسع حبش قد كتب رسالة عن صقيحة الآقاق وهي صفيحة شديدة الشبه والقرب من الصفيحة الشكازية الوحيدة ، إلا أن رسالته فقدت ولم نطلع الا عبى الرسالة التي كتبها علامة شيراز السجزي في منتصف القرن العاشر (وهي رسالة ذات نسخة وحيدة محفوظة في دمشق) .

و يمكن البرهنة أخيراً على أن الشبكة الشكازية هي ذات أصل يوناني ومن العرب أن يكون اسم هذه الصفيحة الأوربي هو راصد النيازك و meteoroscope ، إلا أن تطليموس كان يصطنع الكلمتين جميعاً : الاسطرلاب وراصد النيازك بحيث يرجع الاول الى لآلات الكروية ونصف الكرة السماوية ويتصل الثاني بآلة كروية تمت الى دلك .

مقالة قصيرة واعلانات

ملاحظة حول مخطوط

عادل أنبويا"

كتاب العصول في الحساب الهندي لأبي الحسن احمد بن ابراهيم الاقليدسي كتاب معروف ، كان أول من أشار اليه ماكس كراوز Max Krause سنة ١٩٩٣، ، ثم نقل عنه كارل بروكلمان ۲۵۳ Brockelmane ، ودكره أيضاً فؤاد سزكين وقد حقة ونشره وقد م له وعلي عليه الدكتور احمد سعيدان (عمان ١٩٧٣) .

يقول الأستاذ سعيدان ص ٢٨ سطر ٥ من طبعته : « هو (أي المخطوط) في ٢٣٠ ورقة مقاس ١٣ سم في ١٧ سم في كل وجه ١٧ سطراً . ولغاية ستظهر بعد قليل تذكر ان الكتاب يقع في أربعة فصول، وإن الفصل الثاني يضم عشرين بابا: الأول : في التضعيف، والثاني : في التصنيف، والسابع : في افناء عدد بعدد آخر ، والثامن: من نوادر ما يسأل عنه في الاسقاط ، والثامن عشر : في تجلير الصم .

والفصل الرابع يقع في ٣٧ باباً . اباب الثامن والعشرون : فيما يحسب بآلة يحسب بها الأعمى والبصير ، الباب التاسع والعشرون : في استخراج ضلع المكعب . وبدء الفصل الرابع هكذا : ﴿ هذا الفصل لذكر فيه جميع ما يعمل بالهندي بغير تحت ولا محو ، بل بدواة وقرطاس . وذلك ان كثيراً من الناس يكره اظهار التخت بين يديه عند حاجته الى استعمال هذا الفن من الحساب ، لما فيه من سوء تأويل من يحضره أو يراه بين يديه فينقص ذلك منه ، اذكان يرى بين يدي من لا خلاق لهم من المتكسين بالتنجيم على الطرقات ... ثم بعد ذلك باربعة سطور أو يزيد ؛ ﴿ فإني ما رأيت أحداً من أهل بغداد ذاكر به ولا عمل فيه شيئاً » .

^{*} المعهد الحديث البنائي ، فتار جديدة ــ بيروث .

Max Krause, "Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker", Quellen und Studien zur Zuchichte der Mathematik und Physik, Abt. B: Studien, 3 (1936), 437-532, p. 513,

^{2,} C. Brockelmann, Geschichte der arabischen Literatur (Leiden: Brill, 1937), Supplied. II, p. 387.

^{3.} Funt Sengin, Geschichte des arabischen Schriftums (Leiden: Brill, 1974), Bd. V. p. 296.

هذا من جهة , ومن جهة اخرى فعنذ عشرين عاماً نشر الأستاذ أحمد آتش مقالاً غزير المادة كثير الفائدة بعنوان : « المخطوطات العربية في مكتبات الأناضول ؛ وذلك في مجلة معهد المخطوطات العربية ٤ (١٩٥٨) ، ص ٣ – ٤٣ . وجاء في الصفحة ٣٠ من المقال :

ابو الحسن احمد بن ابراهيم الاقيلدسي : الحجري في الحساب؛ .

ابو الحسن احمد الاقيلدسي الذي لم أنمكن ان اثبت حياته ، له كتاب ، معلوم انه كتبه في دمشق سنة ٣٤٠ ، وسماه بالفصول في الحساب الهندي (انطر الى ٣٨٠ ــ و GAL Suppl. I) . ولا نعلم نسخة اخرى لكتابه الحجري في الحساب هذا الذي نحن بصدد توصيفه .

مكتبة مغنيسا العمومية ١٧٥٢

۱۸۹ ورقة في جلد مرمم ، ابعاده ۲۰٫۲ × ۱۲٫۵ (۱۱٫۵ × ۱۹٫۵) سم ۱۹ سطراً ، بخط نسخي ، اسماء الأبواب والقصول نخط كبير الحروف .

تاريخ الاستنساخ ... وكان الفراغ ... سنة اثنتين وأربعين وستماية ...

أوله : بسملة . . الحمد لله الأول قبل كل شيء والآخر بعد كل شيء . القديم بلا مثال ، والناقي بلا زوال . قال واضع هذا الكتاب وهو أحمد بن ابراهيم الاقليدسي ... آخره : تم الفصل الرابع من كتاب الحجري وبتمامه تم جميع الكتاب . انتهى

. . .

قلنا : الكتاب الدي يُعرَف عنه الاستاذ أحمد آتش نرجح انه كتاب الهندي الذي شره الأستاذ سعيدان (يني حامع ٨٠٢) . ويحملنا على هذا الاعتقاد عدة امور .

١ً الكتابان لمؤلف واحد.

٢ أنه لا معنى قريب واضح ــ يجمع بين الحجري والحساب .

٣ أن الهاء في بعض الكتابات القديمة تشبه حرفي د كتبا احدهما فوق الآخر ، والدال والراء تلتبس قراءتهما والتنقيط لم يكن عاما في الكتابة .

٤) ذكر نؤاد سزكين كتاب الحجري في الحماب عن أحمه آتش ، المرجع المذكور في الحاشية ٣ .

. ٤ صاررا المخطوطين متفقان بما فيه الكفاية ومعموم أن مطالع المقالات معرضة . بصفة خاصة لنتحوير ، من زيادة وحدف وتنميق . ففي مخطوط يني حامع ٢٠٨ المطموع جاء ; ه الحمد لله الاول قبل كل اول والآخر بعد كل آخر ، القديم بلا مثال ، والباقي بلا زوال والآخر بعد كل آخر ، القديم بلا مثال ، والباقي بلا زوال والدائم بلا المثال » واستمر الكلام على هذه المنوال سبعة سطور في صفات الله تعالى ثم في الصلاة على الدي . بلي عده السطور : اني لما نظرت في كتب من تقدم من العلماء بحساب الحد من الحساب ...

اما آخر اكتاب فهو : « هذا آخر الفصل ارابع مما عملته من حساب الهند وقد أثيبا منه بجميع ما عملته ، ولم ندع ما يعهم منه وما يسأل عنه إلا «تينا به وقريناه بأقرب ما المكن و وجود ما اتى به من قبلنا حسب ما شرطناه والله وفقنا وبه استعنا وهو حسا ونعم لوكيل . والحمد لله رب العالمين ، وصمو ته على خير تحلقه محمد النبي وآله * وخاتمة الكتاب على مثال مقدمته معرضة للبتر والتحوير .

المخطوطان منعقال من حيث الكمر فمخطوط بني جامع بجوي قريباً من ٣٩٠٠ سطر ، وتحطوط مغنيسا يحوي قريباً من ٣٩٠٠ سطر ، وهمو أعرض على ما يظهر .

" تقدم الحساب البطيء في ذلك العصر لا يرجح ان يخصه المؤلف بكتابين كبيرين كبر الهندي والحجري . هذا ما نراه في المخطوطين ، ونتوجه هنا بالسؤال الى قرائنا في تركيا عسى أن يكون بينهم من له سبيل هين الى مكتبة مغنيسا العمومية ، فإياه نرحو ان يتعضل ويراجع المخطوط ويقابل بيه وبين المقاطع التي ذكرناها من الكتاب المطوع الا أن تكون عنده العلمة فيعمل بما يراه .

فإن صدق تقديرة نكون قد حصلنا على مخطوط ثان للكتاب ، وإن اخصأ نكون قد غنمنا مؤلفاً آخر للاقليدسي . وفي كلا الحالين فنحن شاكرون لمن يفيدنا من القراء ومقدرون لغيرته ومروءته

فقيد تاريخ العلوم العربية الاستاذ الدكتور محمد يحيي الهاشمي (١٩٧٤ – ١٩٧٩)

في التاسع عشر من شهر آب (أغسطس) الماضي ، توفي الاستاذ الدكتور محمد يحبي الهاشمي أثر أصابته بخثرة وعائية دماغية لم تمهله مع الاسب الا بضعة أيام فقط امصاها في المستشفى الجامعي بحلب .

والد المرحوم الاستاذ الهاشمي في حلب سنة ١٩٠٤ ودرس فيها حتى اواثل العشرينات حيث سافر الى المانيا بعد تمصية فترة في الجامعة الاسريكية ببيروت .

وخلال وجوده في الماليا حيث بقي حوالي العشرين سنة كان يعمل بالاصافة الى دراسته الكيمياء وفلسفة العلوم بتعريف المجتمع الالمائي بالحصارة العربية والاسلامية . والحصول على الدكتوراد في الكيمياء تقدم بكتاب البروني عن الاحجار كما كتب ونشر و حاضر خلال ذلك عن علم الحياة عند العرب وعلم المعادن وغيرهما .

وفي اواخر الثلاثيات عاد الى حلب وبقي فيها يدرس الكيمياء في مدارسها الثانوية ومن تم في كلية الهندسة والعلوم الى ال أحيل الى انتقاعد . ولكنه خلال هذه الفترة ما في عمل في نطاق تاريخ العلوم والهلسفة العربية والاسلامية . فكان ينشر المقالات في الصحف والمجلات العربية والالمانية . كما نشر بعض الكتب الهامة في هذه المواضيع . بعضها في الحضارة العربية والاسلامية وفي بعضها الآخر كان يحاول ان ينقل الحضارة الغربية الىقراء العربية والمتكلمين بها .

ومن اعماله الىارزة في هذه الفترة تأسيسه ؛ جمعية الابحاث العلمية » ونشره دورية عن نشاطاتها ومحاضراتها وذلك باللغات الأربع : العربية والفرنسية والانكليزية والالمانية .

ومن ابدغ واهم نشاطاته اشتراكه المستمر والدائم في المؤتمرات الدولية لتاريخ العلوم وفلسفتها ، وذلك بالقاء محاضرات علمية اصيلة بالمغات الثلاث : الالمانية والانكليزية والفرنسية . مما جعل منه شخصية مرموقة ومعتمدة في تاريخ الحضارة العربية والاسلامية وخاصة بين الناطقين بالمغة الالمانية والتي كان يتقنها اتقانه للغة امه العربية

لقد فقدت العروبة والاسلام بموت الاستاذ الدكتور الهاشمي شخصية كبيرة ومرجعاً هاماً في تاريخ وفلسفة العلوم العربية والاسلامية .

الدكتور الطبيب طه اسحق الكيالي استاذ تاريخ الطب في جامعة حلب

مراجعات البكيتيت

الثقافة (الاسبانية ــ العربية) في الشرق والغرب

خوان فرنت الناشر أربيل – أربيل هيستوريا – اسبانيا ۱۹۷۸

هذا كتاب يبحث في متجزات العرب في اسبانيا بحاصة وفي الحضارة العربية بعامة ، وهو لهذا يتخذ موضوعاً له دراسة أعمال أولئك العرب الأوائل الذين قاموا بنقل الأبحاث العلمية من العصور القديمة إلى العربية ويبين عميق معرفة العربالأندلسيين لهم ووثيقها. (والحق نقول إن المعرفة الوثيقة هذه ذات الجلمور العميقةإن تعني إلا اتحاد أجزاء الحضارة العربية ـــ الاسلامية في وحدة كاملة لم يبقص منها بعد الشقة وتفاوت الحكم شيئًا . إنما أردنا أن نبرز هذه الحقيقة الواقعة لما يمكن أن يظن من بعض أقوال المؤلف أنه يفصل بين جزئي الحضارة العربية الواحدة في مشرقها ومغربها (الألدلس)، وإن كان يلح عبي صلتهما الوثبقة في كثير من شواهده وآرائه) ، وكيف اعتمد هؤلاء على أولئك في تصنيف ما صنفوا من مؤلماتهم الحاصة في كل ما من شأنه أن ينمي البّراث المتعقى أبلغ نماء وأكثره اطرادًا . ويتعرض بعد ذلك للأسباب التي حدت بالدارسين الأوربيين إلى المجيء إلى الأندلس في مطلع القرون الوسطى ابتغاء تلقّي هذه العلوم الجديدة في شي ميادينها . بحيث يتمين لنا من هذا كله أن الكتاب إن هو إلا محاولة رصينة لعرض مآثر العرب بما فيها من أصالة وإبداع وما فيها من تخط لمرحلة الترجمة والاتباع وكيف استند العرب في الأندلس إلى هذه المآثَر مثرجمة ومصنفة فأنتجوا ما أنتجوا منّ بديع الشيء علماً وعملاً فزادوا بَلْكُ رَصِيدَ العَلْمُ وَالْمُعْرَفَةَ . وَمَنْ هَنَا جَاءَ أَثْرُهُمْ فِي الْغَرْبُ وَاجْتَذَابُهُم للغربيين كيما ينهلوا من منابعهم ويردوا مواردهم الثرة .

يعالج هذا الكتاب بخاصة هذه الفترة التي كانت تسمى في الكتب المدرسية باسم « مدرسة مترجمي طليطية » وقد عُـلُم أن هذه الفترة أكبر وأوسع ممـــا يعتقد بعامة وأنها لتمتد لتعم الحقبة الممتدة من القرن الثامن إلى القرن الثالث عشر .

والمؤلف يحدد بعد هذا موضوع بحثه التاريخي ليقول إنما هو بحث ثقافي لا سيامي، ومهمته أن يشرح الوقائع المعروضة ويورد الأمثلة الواقعية التي تتبيح لنا تتبع انتقال العلم

الشرقي وعلم العصور القديمة (البابنونية والاغريقية والعارسية واللاتينية ..) إلى العصر الوسيط عبر الاندلس، وهو يحلل في الوقت نفسه دو فع هؤلاء المترجمين العرب الأوائل للكتب العلمية فيعرض لها من حيث تحريرها ولغنها والأخطاء والهفوات التي ارتكدها من غير أن ينسبى التنويه بكل ما من شأنه ، في آخر المطاف ، أد يسمح ك بإصدار حكم يقير أحمالهم ويقدرها حق الهدرها .

وهو يتبع في ذلك نهجاً مزدوجاً : زمانياً في تسلسله وموضوعياً في محتواه ليبين من طريق ذلك المحو الزماني والموضوعي الذي انتقلت طبقاً له هذه المعارف من الشرق إف الغرب (أوربا) ورجوعها إلى الشرق عبر اسبانيا حتى بدء عصر النهضة .

وأكثر ما يهم الكاتب تحليل الأفكار تحليلاً منهجياً مما قلل من اهتمامه بالمصاهر وتحقيقها ، وهو يستعرض من أجل ذلك عمل أسلافها في ميادين المعرفة جميعاً من فلسفة وعلوم خفية ورياضيات وفلك وتسجيم وفيزياء وسيمياء وعلم طبقات الأرض وعلم الحيوان ولبات والطب وعلم الادوية وانتقية الصناعية ، وهو يصطنع لذلك كل وسيلة ممكنة ، وكل مصدر مناح ، مما جعله يقول إن اللجوء الى بعض المقطوعات الشعرية العربية فأنه الغيات أو الرجوع إلى مخطوطة تادرة ليطلعنا أحياناً على غريب المفاحآت.

إن مراحع الكتاب لا تطلعنا على أصول الأبحاث الملكورة وفروعها وحسب وإنما نسمح لنا أيضاً بمعرفة المرحلة التي بلغ فيها العلم في الأندلس أوجه في الإبداع والحلق . وهذه المرحلة هي المسلم بها وحدها دونما نراع ولا حلاف على كثرة ما لقي هذا العدم من جلل وما دار حوله من نزاع وخلاف . وهو العلم الذي اتحده العلماء الأورديون في العصور الوسطى وعصر النهضة موضوعاً لأبحاثهم فأشبعوه دراسة وتمحيصاً والذي اعتمدوه منطلقاً لهم فيما صنفوا من أبحاث خاصة .

والكتاب إد يكشف بأنصع الأدلة وأقوى الشواهد ، مستعيناً في ذلك بأقوى المراجع وأرثقها ، عما تدين به الثقافة للعرب الأندلسيين بخاصة وللعرب جميعاً بعامة من مضل بعرف كلمة ٥ عرب ٥ بقوله إن اصطباعه لها لا يستشم منه أي معنى عرقي أو ديني إنما يقتصر على اللغة التي كان يتخده العرب والفرس والأثراك واليهود والاسبانيون خلال العصر الوسيط أداة تعبير لهم فكانت المطية المثلى لنقل أكثر المعارف تنوعاً من العصور القديمة والشرقية) إلى عالم الاسلام حتى إذا أعيدت صياعتها ودحمت بمآثر

حديدة كمثل الجعر والمثلثات وغيرها انتقلت إلى العالم المسيحي من طريق الترجمسات إلى اللاتبية فكانت المدلك مصدراً ثراً للانتشار العدمي الرائع في عصر النهصة . وحقيق بنا أن نقول، مؤيدين الملك المؤلف، إن إحصاء "يسيراً للنصوص العدمية المنشورة وللشواهد المذكورة لقدين أن يعرهن على قدر ما يدين له الغرب للأندلس وللعرب جميعاً من عظيم الفضا. .

وهذا الهصل ليبدو في كل مجال ويظهر في كل ميدان وشاهده هذه لمآثر على تنوع أصنافها وتفن ضروبها . والتي تدل أبلغ الدلالة على ما أبدعه الفكر الأندلسي من شي . . وإن يكن بعصهم يعرض الملك بشيء من التردد والشك فيثير نقاشاً حاداً حول بعض المظريات التي سيقت في تفديرها وتعليلها والتي وجدت تأبيداً ودعماً لها في المسوات الحمس والعشرين الأخيرة .

وم يتحرض المؤلف عمداً للقصص السياسي على الرغم مما للطك من فائدة في فهم ظاهرات الانتقال الثقافي وما لبعص المعارف كالكيمياء من طابع خاص يتمثل فيما احتوثه من ألفظ ومعان شبعية واسماعيلية فاطمية وما كان لتلك من أثر يديولوجي بالغ في اقسم أواغون في القرن ألحادي عشر وفي أوربا من بعد ذلك .

إلا أن أثر هذا المعكو الأندلسي لم يك أن بيداً الغرب وحسب فقد تأثوت افريقيا الشمالية وانشرق معامة بذك أبلع التأثر وأبقاه. بيداً الدراسة هذا الأثر لم تلق ما لقي الأثر الآخر من عناية ورعاية ، سواء أكان دلك من وجهة نظر أدبية أم علمية ، ومثال ذلك الزجل المولود في سراقوسة والمتطور في قرطية والمنتقل إلى العراق ، فهذا الضرب من ضروب الشعر لم يرن حياً حتى يومنا هذ في المدطق التي أضحى فيها الذريعة لمثلي للهجاء السياسي وأما في المجان العلمي فلابن رشد كبير الأثر في علم الفلك في فارس وتركستان وسورية حتى مطع القرن السادس عشر ... وهذا كله لحدير أن يبرر عجيء عنوان الكتاب على النحو انتالي « الثقافة الاسبابية ــ العربية في الشرق والغرب » .

والمؤلف دراك واع لما ينصري عليه تصيف كتاب كمثل هذا من خطر الانزلاق في مهاوي الحماسة و لانفعال إذا ما ابتغى الحكم على وطنه وما قدم من مآثر ، مما يفضي به ذلك إلى أن يمتطي ركوبة المدح أو اللم على غير اعتدال ودونما بصيرة ، ذلك بأن النص الذي انتهى من تحريره قد غشى على بصره حسن الرؤية فغدا معه المؤلف عاجزاً عن نقد عمله والنظر إليه بعين ملؤها الموصوعية وهو إذ يريد أن يربأ بنفسه عن أن يُشال بهذه النقيصة يتخذ شعاراً له عاره شيروني ، الناحث الايطاني في الحضارة الإسبائية إذ يقول في فضل اسبانيا والاسبائيين على الحضارة الإنسائية : ﴿ إِن اسبانيا ، وهي الأولى دين الأمم في اللفاع عن أوربا المسيحية خلال القرون التسعة من الاسترداد ، كانت الأولى في احتمائها بأكثر ما تلقت من العالم الشرقي من شيء في ميادين الثقافة والفن من خلال علائقها به سلماً وحرباً ، وهو العالم نفسه الذي كانت تعارضه وتقاومه في ميدان الحرب والذي نقدت ما تلقته منه من علم إلى الغرب الأوربي ٤ .

وبعد فهذا كتاب يشتمل على مقدمة وأحد عشر فصلاً . وهو يتعرض في الفصل الأول من حيث هو مدخل تاريخي للموضوع لمولد الثقافة العربية وللحكم العربي في اسبانيا وينتهي إلى ملوك الطوائف والمغزوات الافريقية . أما القصل الثاني فدراسة لمعالم التراث القديم (اليوناني بحاصة) في العالم العربي ويتبين ذلك فيما صنف من أشياء في الحساب والرياضيات والارقام والحمر بعامة وفيما اطلعا عليه من مذاهب تنجيمية في القرائات، على ألا نسبى ذكر الطب والمواد الطبية في جملة ذلك . وقد كانت اللغة اللاتينية لغة الثقافة في الغرب إذ ذاك وكانت اللغة التي نقل منها بعض المؤلفات الأدبية والعمية الى العربية في العربة (قبل القراب التاسع) ومن جملة ذلك قطوف لا يعرف لمؤلفات الأدبية والعمية الى العربة

ويتناول الفصل الثالث تقنية الترجمات : ترجمات النصوص القديمة إلى العربية والترجمات العربية الحربية إلى اللاتينية ويتعرض للمترجمين فيصنفهم درجات بحسب مكنتهم وحسن ترجمتهم وما وقعوا فيه من أخطاء.

أما الفصل الرابع فيبحث في العلوم في القرنين العاشر والحادي عشر فيبين أثر الاسلام في الثقافة الغربية وكيف تم ذلك من طريق الترجمة كترجمة مؤلفات ما شاء الله (المصري للايراني) والصوفي عن الاسطرلاب في الأندلس والخوارزمي (مفاتيح العلوم) في المشرق العربي . ويذكر فضل العرب في صنع الساعات الشمسية في كل من المشرق والأندلس ، ولم ينس الأثريات وما كتب فيها من مقالات نظرية وما قام به الباحثون من تحريات عملية (في قرطبة وغرناطة) . وقد أحدث المؤلف للأنابيب البصرية لرصد النجوم وتتبعها ذكراً حميداً يبين ما في ذلك من آيات دالات على تطور البصريات علماً وتجربة .

أما الفصل اخامس فعرض للعلوم والمعارف في القرن الثاني عشر وما اشتملت عليه من

فلمنة وسحر ورياضيات وترجمة . وقد تناولت الترجمات عن العربية بخاصة كتب الكندي (رسالة في ماهية العقل والابادة عنه ورسالة في الجواهر الخمسة) وأس سينا (الشفاء وما وراء له ينة) والعزالي (مقاصد الفلاسفة) والفاراني (يحصاء العلوم) والخوارزمي (المختصر في حساب الجبر والمقابنة) . ويس لما المؤلف في هدا الفصل تطور علم الكسور وصلته بالنبي لحاجته إليه في أمور الفرائض والمواريث . ولم ينس ذكر نبي موسى ومصنهم « كتاب معرفة مدحة الأشكال » وما تصمنه من جليل الموصوعات الهناسية وقيق البراهين الرياضية .

ويتابع في الفصل السادس ما بدأه في الفصل الحامس من عرض للعلوم في القرن الثابي عشر كمثل الشحيم والفلك والنصريات والكيمياء والطب . ففي مجال الفلك نجد دراسات لكناب السماء والعالم والنيازك لأرسطو .. وقد تم آئتذ أول قياس للأرض حققه العرب ووصل تغرب مع ترحمة النوحات التنكية (١١٣٦ م)ً . ولا ننس ً علم السنجيم وما له من أثر في الحروب والبناء أما في البصريات فقد ببع اب الهيثم كل السوغ في كتابه (المناظر) الذي يؤيد فيه مقالة اليقور في تلقي الأجسام المختمة للأشعة الصادرة في جميع الاتجاهات معارصاً في ذلك رأي أرسطو واقليمس من حهة ونظرة امبدوقلس من حهة أحرى . وإن ما يشهد بسوغه وإلداعه تعاربه لي العرفة المطلمة والدوام الشبكي للصورة ورأيه في الطبيعة المادية للمور ﴿ فكان بذلك أول من قال بالنصرية الجسيمية للمور غالمًا في ذلك أرسطو حيثقال : إن الضوء ليس محسم)، ونظريته في صدور ضوء القمر عن الشمس كما جاءت مشروسة في « مقالة في صوء القمر » وهي مقالة تبدو أنها لم تكن معرومة في العالم اللاتيني حَبَّى إذا ما تحطينا ميدان علم انسيسياء وما كتبه ابن مسرة والمجريطي (رثبة الحكَّيم وغاية احكيم) وما قاله أبو معشر (الفكي) في كتابه « كتاب الألوف ، من رواية توحيدية لأصول الثقافة أدركنا ما كتبه العرب في الطب وما نقل إلى اللاينية في اسانيا من كتب طبية عربية وما حاء به الكسبي من عميق البظرات في الموازاة الرياصية بين العلاج (المؤثر) والأثر وهو بدلك يستق كلاً من فيمر في قانونه عن العلاقة العددية بين المؤثر والاحساس وفيشر في معادلته عن التناسب بين الإحساس ولوعاريتم المؤثر . ثم يواصل المؤعب في الفصل السابع دراسته للعلوم فيعرض لها في القرن الثالث عشر وما اطلع عليه من مصمنات في العموم المختاعة وما بقي من المحطوطات في دلككله نعامة وفي العاوم السحرية والتجيم خاصة وما نراه من أثر للمصطلحات العربية في الرياصيات في الحائمه العربية واللانيبية. إن ما حاء به العرب من نظريات فيزيائية في الطاقة والحركة في الهواء لدى يحيى بن عدي وابن سينا (في الميل القسري) (وما بينها وبين آراء أرسطو من تعارض واختلاف،) وما رآه المقدادي من وحود للفضاء اللامحدود لقصر العقل الاساني عن درك الضد واعتقاده أن في القديفة نصبها يوجد الميلان القسري والطبعي وأن المدار الملاحظ إنما يتولد عن هذين الميلين لأكر شهد على أن العرب م يقتصروا على النقل والاتماع في كل ما بحثوا من شيء

ودليل ذلك ما قام به ابن الهيم من محاولة لحل مشكلة الواقعية العيزيائية للكول حلاً مادياً، وذلك طبقاً للمبدأ القائل إن الطبيعة تخشى الفراع محالفاً في ذلك بطليموس في كتابيه المجسطي والفرضيات. وقد كان القرن الثالث عشر حافلاً بالأبحاث والرسائل اللاتينية الفلكية وهي مستقاة من كتب عربية للعرغي والتبافي وابن الهيئم وعيرهم ... مما نستطيع معه أن نفسر ما جاءفي هده الدراسات القلكية في نشوء الكون وفساده من أسس إيديو لوجية (كما نرى دلك عند ابن رشد وابن طعيل وابن باحه) ، ونرى هذه العلاقة وثيقة في الدراهر الهربية المدسية لمسائل تتصمن مشكلات الاهوئية كما هو الشأن في النظرية اللرية وامكان تقسيم المعتد إلى غير نهاية (ابن سينا وابن وشد) .

ثم يواصل الفصل الثامن سيره في هذه السبيل فيعرص للعموم في القرن الثالث عشر وما بعده كمثل السيمياء والتقنية وعلم الملاحة فيبين في كل ذلك فصل العرب وأثرهم الدافي على الزمن . فمصطلحات السيمياء العربية كثيرة بثيرة وتبيان منافع موادها واضح بين عاما التقنية الصناعية فتشتمل على صناعة الورق بخاصة (الادريسي والمعز بن باديس في عحمدة لكتاب وعدة ذوي الألماب 8 وهو كتاب صنف في أصحاب (احرف . .) ووصف لطواحير الهواء وشاري المياه . . والمشرونات المردة بالثلج والنواعير الشرقية . ودراسة للبارود وصاعته كما جاءت في ١ كتاب القروسية والناصب الحربية علمسناما الرماح (١٩٨٠ م) وما يستعمل في صناعته من عناصر كبرات البوتاسيوم والفحم والكبريت. ويذكر المؤلف أن أول مرة ظهرت فيها كدمة المارود كانت في كتاب ١ جامع المهردات الإن البيطار (المالقي) القائل إن ما يعرف في الغرب باسم المارود إن هو إلا ثلج الصين وما ينبغي أن يسينا دلك وما كان للعرب فيه من كبير فصل الصناعات الاخرى كالحزف والوحلات

كثيرة وآثار العرب شرقية أو عربية، لتي بعقت اسابيا، حمة وفرة كمثل اصطناع البوصلة والمصور الملاحي والاتجاهات والمنجبيق (قذاف) والسكان والرمح (المزراق) لقياس ازوايا وما إلى دلك من إعسال مقاييس معينة في رسم المصورات الجغرافية على أوثق نحو مما تقترب معه إلى ما توصل إليه العمم الحديث من مقاييس .

ويزعم المؤلف أنه لا يمكن القول إن لدى العرب معارف تنسرج تحت ما تسميه اليوم علم طفات الأرض ، إنما كان هناك دراسات وملاحظات جيولوحية وتعدينية وأنرية (حفريات) ، ومثال ذلك ما حاء في كتاب اشفاء لابن سينا من وصف لتشكل الجبال . دلك بأن اهتمام العرب كان مقتصراً على التعدين والحجارة وما تجاوز ذلك فنرر يسير .

أما في علم النبات و محيوال والطب هما أكثر ما كتب وشرح وما أكثر من كتب وشرح .. ولده ولف رأي مفاده أل الن رشد ، مشه في دلك مثل جميع الأطباء في القرول الوسطى ، لم يكن أصيلاً في أوصافه التشريحية وذلك يرجع إلى أن هؤلاء الأطباء كانوا عرومين من تشريح الحثث البشرية بما اضطروا معه إلى اللجوء إلى الحيوانات يشرحونها (كالحناوير والقردة) . إلا أن ذلك لم يقلل من بديع عمهم فتيلاً ، فما قام به ابن النهيس اللمشقى (١٢٨٨ م) من تعليق على تشريح ابن سيا ومن وصف لدورة الدم الصغرى سابقاً بذلك سرفيت بقرنين من الزمان لشاهد على دلك أي شاهد . وقد اصطنع العرب التحدير (بالسكر) بالنج والمخدرات (الحشيش وذلك إما ينقعه أو عصره في القم ياسفنجة) وانتنويم واقتضوا أن تسبق مجارسة الطب امتحانات يحتازها الدارس فتحوله القيام عهنة الطب وتستدعيها قدرة وحكماً .

بعد أن درسنا القدرة الفتانة لحذه الثقافة العربية في علومها وترجماتها وفي عمرنها وصنعاتها وكيف طمت العربية في كل ذلك على لغات المسلمين جميعاً وعرفنا أنها وإن كانت بادي الرأي تركيبية توفيقية فإبها سرعان ما غدت إمداعية أصيلة يحسن بنا أن نعرض كأوجز ما يكون العرص لرقي هده الثقافة في أدبها وشعرها ذي الحيوية التي تأخذ بمجامع الألباب، وفي نقدها وما فيه من دقة وتحقق وتثبت وإسناد للأحاديث والأقوال، وهو هلا الأسوب الذي امتد فشمل الأدب برمته وأفضى إلى تأليف أمات المعجمات بين القرنين الثامن وانائي عشر وأنجب أعظم الأدباء وأعرقهم إبسداعاً فابتكر هؤلاء ونوعوا في مختلف المناهن وفي متنوع ضروب الأدب من شعر غنائي وملاحم ، مما كان معه الشعو

العربي هذا الأثر الكبير في الشعر العربي من حيث القافية والورن والموسيقى الشعرية بل في صروب الشعر كافة سواء أكان ذلك من حيث معتواها أم من حيث مبناها. والمؤلف يستشهد في دلك كله بآراء كثير من الأدباء والمفكرين الاسبانيين .. ويقول إن العرب قد أجادوا، فصلاً عي ذلك، في الفن القصصية إلى أورنا من طريق اسبانيا (ألف لينة وبيلة ، كليلة ودمئة وغير هما ...) مبيناً أثر هذين الكتابين الكبير في الأدب الاساني من حيث التقييد والاتباع (انظر في دلك الديكاميرون . تريستان وايزولد بل الكوميديا الإفية محاصة لتجد أن ما جاء فيها من أفكار وحوادث وأوصاف لدليل على وثيق صلتها بالكتاب العربي ، ودراستا بالاسيوس الاسباني وشيرولي الإيطالي لهدا الشه وثيق صلتها بالكتاب معروفتان ...) .

إن طرق تغلمل الفكر العربي ومعتقده إلى الغرب لم تكن مقتصرة على النصوص المكتوبة وحسب وإنه كان هناك الانتقال الشفهي، ذلك بأن كثيراً من الأدباء الاسبابير في القرنين الثالث عشر والرابع عشر كانوا يتقون للغة الأبداسية الدارجة

وللمؤلف رأي في أمرين ذوي شأن هما أولاً يسر احتلال العرب لاسبانيا ومرعته وخصوع الاسبانييز التام والرصي لهم طوال هذه الفترة، فيقول إن ذلك يرجع بخاصة إلى أن العرب قد منحوا الاسبانيين استقلالاً ذاتياً عريضاً وسيعاً وفرضوا عليهم من الضرائب قدواً أقل مما كانوا اعتادوا أن يدفعوه في منصرم أيامهم والأمر الثاني يتصل ببعض ما طهر للتعصب الديني والاضطهاد من مظاهر فيقول إنه إدا كان هماك شيء من دلك في بعض من شؤون احياة فإنما يحسن رجعه إلى الأحوال العارصة الشاذة التي كانت تمر بالبلاد إذ ذاك ... أما القاعدة السائدة في التعامل والاختلاط دين العرب المسلمين والاساسين المسيحين فكانت التسامح الديني في كل وحوهه ومعايه .

وبعد فهذا كتاب بذل فيه مؤلّقه غاية الجهد وأفرغ قصارى الوسع ليجيء كتاباً منصفاً هادئاً متزاً في أحكامه وتعليقاته وغنياً ثراً في شواهده وبيناته التي تبرر ما كان للثقافة العربية الأندنسية من عطيم الأثر في الحضارة الغربية كلها . فإذا كان لنا بعد هذا كله بعص التعليق عليه نقداً ومأخذً لما كان منه من اقتضاب وإغمال لما نراه مهماً في تحديد معالم الشخصية العربية الاندلسية في فكرها وفلسفتها وعلومها وعمق صلتها الحضارية بالمشرق العرب فإنه لا يسعنا إلا أن تحمد لمؤلفه حسن صنيعه ونرجو لكتابه بعيد الانتشار وحسن القبول لدى الباحثين والقراء وتحض بذلك كل من يهمه الاطلاع على فصل العرب في علمهم وما خلفوه من رائع التراث أن يقلب صفحات هذا الكتاب دارساً ومتأملاً وموازناً .

راجع الكتاب عن الاسانية الدكتور حكمت حمصي

معهد التراث العلمي العربي جامعة حدب

المشاركوري في العدد

- عادل البوبا : يعمل في سيدان تاريخ الحبر والهندسة ، وقد درس مادة تاريخ العلوم العربية في أخامة للسائية وفي الكديه الفرنسية للاقتصاد في باروت .
- ماري مد ترير دباريو : محارة في الرباصيات ومؤهلة لتدريسها جامعيًا إلا أنها تعمل الآن عن إمحار وسالها
 للدكتوراه والتي تعالج التاريخ الهبكر المثلثات .
- فرنارة قولي : استاد مساعد في قسم الناريح جامعة مردو ، و«هتمامه العام سصب على تطوير إجراءات الصناعه و عائب ، وهو يدرس في الوقت الحاسر تطور الآلات في عصر المبعمة الأوربية
- لوپس غارصیا بالستر : رئیس تسم الطب فی حامه عرباطة سه عام ۱۹۷۱ ، ویادرس الآل احمالیتوسیة
 فی القرون الرسطی و بخاصة فی مدینة حوابیه خلال القرنه الرابع عشر .
- أوين جينجريش ; بجمع إلى عمله فيريائياً فلكياً في سرصه سميشمونيان عمله مدرساً نتاريح العلوم في جامعه هارفارد وله سشورات كتيرة حداً في كلا الميدانين .
- حكمت حمصي : النحق مؤخراً عمهد الدراك العلمي الدري باحثاً ومترحماً ، وهو أمند محاصر في كلية الاقتصاد والتجارة والمعهد التجاري بجامعه حسد وقد بال ثلاث درجات دكتوراه ... دكتوراه في الفسطة من جامة قرائكمورت / ألمانيا الامحاديم ، ودكتوراه دولة في العلوم الساسيه (و حقوقية) من حممة بديس (السربول بالتيوم) ودكتور دولة في الآدب و لعلوم الإنسانية من جامعة باريس (السربول)
- طه كيالي : طبيب وأستاد تاريح الطب محامنة حنب ، وعصو معهد النراث انعلمي العرفي وأمين مر لحمية السورية لتاريخ العلوم .
- «وارد س. كندي: كان استاداً ي قسم الرياضيات في رحامة الامريكية ببيروت قبل تقاعده ، وفو يقصي وقته الآن في نشر مجلة منهد التراث العلمي العربي ودراسة علم العلك الاسلامي في القرون الوسطى .
- حد ديفيد ا. كينج : قد عبن مؤخراً أستادًا مساعداً في حدمة نيويورك حيث يدرس العربيه وتاريخ العدوم ويواصل العمل دراسة وتحقمقاً للمصادر الغنية لتاريح العدوم البحتة التي اكتشفها حلال إقامته علويية في القاهرة
- كيث بري : على الرغم س أن عمله طهي و بشاطه الحالي يقمان في مبدان البحث الإلكتروني (Computer)
 إلا أن علم الآثار والتكنولوجيا القديمة يستحودان على اهتباسه أكبر الاستجود ، وقد قام مع الأستاد فولي بدرسة عن تقتية صناعة الفائس الحجرية (الصوائية) .
- وشعي راشد : مدير أتحث ي امركر الوحي للأمحاث السية ي باريس وهو يدرس تاريخ الجمر والهيدة
 وسبشر له معهد التراث العلمي العربي تحقيقه ودراسته البقدية لأعمال احيام الرياضية
- عبدالحميد صبره ؛ أستاذ تدريخ العدوم العربية في جامعة هارهارد وقد عمل في سيدان أسس الويوصيات وتاريخ الهندسة ، ويصل الآن عل بشر مثاقل ابن الهيئم ،
- خويو سمسو : أحدد العربية في جامعة برشلوته ، إلا أن ميدان عنه الرئيسي تاريح عم الفلك العربي ،
 و تتصمن مشوراته در اسات عن « كتب الأنواء و بر الآلات العمكية وعلم المثلثات القديم .

ملاحظات لمي يوغب الكتابة في الجبلة

- ١ تقديم نسختين من كل بحث أو مقال الى معهد التراث العدمي العربسسي . طبع النص على الآلة الكاتبة مع ترك عرع مزدوج بين الاسطر وهوامش كبيرة الآنه يمكن أن تجرى بعض التصحيحات على النص ، ومن أجل توجيه تعليمات الى عمال المطبعة . والرجاء ارسال ملخص يتراوح يسين ٣٠٠ ٧٠ كلمة باللغشة الانكليزيسة إذا كان ذلك ممكناً وإلا باللغة العربية .
- طبع الحواشي المتعلقة بتصنيف المؤلفات بشكل منفصل وتبعا للارقام المشار
 اليها في النص . مع ترك فراغ مزدوج أيضا ، وكتابة الحاشبة بالتفصيل ودون
 أدني الختصار .
- أ ــ بالنسبة للكتب يجب أن تحتوي الحاشية على اسم المؤلفوالعبوان الكاملللكتاب والناشر والمكان والتاريخ ورقم الجزء وأرقام الصصحات التي ثم الاقتباس منها .
- ج ــ أما إذا أشير الى الكتاب أو المجلة مرة ثانية بعد الاقتباس الأول فيجب ذكر اسم المؤلف واختصار لعنوان الكتاب أو عنوان المقالة بالاضافة الى أرقام الصفحات.

أمثلهة

- أ ـــ المطهر بن طاهر المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، نشر كلمان هوار . باريس ١٩٠٣ ، ج ٢ ، ص ١١ .
- ب ــــعادل اليوبا ، « قضية هندسية ومهندسون في القرن الرابع الهجري ، تسبيع الدائرة » ، مجلة تاريح العلوم العربية. مجلد ١، ١٩٧٧ ص ٧٣.
 - ج المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، ص ١٩١ .
 البوبا ، و قضية هندسية ، ، ص ٧٤ .

عجلة ناريخ الملوير اليجربية

فهرس المجلد الثالث

البلد الأولُ ؛ من 1-180 ألبلد أثاني ، من 424-181

- 1444 -

[ابن سيئا] ، انظر هول

[ابن الهبام] ع الحسن ، مقالة في حل شكوك حركة الإنتفاف ، بانسربية ص١٨٣٠ بالانكليرية ص 309 ابن الهبام وعمل المسرع ، بالعربية ص١٢٧ بالفرنسية ص 309

أبو الوفاء البوزجاني ونظرية أبيرن الاسكندراي،

(بالانكليرية) س 19 ، ملخس عربي ص ١٥٠

ارتماع الشمير، القار الكاشي + كندي الاسطرلاب الشمل لحسم العروض، انظر كيتج

الاشارة إلى محطوطة أحرى كتاب المصوري الراري، (بالسربية) ص ۲۴ ، بالانكليرية ص 88

[الاقتيدس] ، الظر البويا

البوب ، عادل ، رحالة أي حمد احارد في الملدت القائمة الزراي والمتطقة الإضلاع، (بالمربية) ص ٣ : تعلق فرنسي ص 186 .

انبویا ، عادل ، ملاحظة حول نحطوطة للاقلباسي ، (بالدربية) ص -٣٢

[أيرث] ، الإسكندرائي ، أنظر كندي وموالدي . البدود ، انظر دوني وبري

بري ، كيث ، دفعاً عن ، كتاب النار »: السيمياء العربية وروجر يبكون وإدخال البارود إلى الغرب، (دلانكليرية) ص 200 لمخص عربي ص ۲۹۹

بق، هم الفلك العربي في العمرية ،
(بالالكليزية) ص 31 ، ملخص عربي من \$. .
[سو موسى] ، بن شاكر ، كتاب الحيل ، ترحمه الكليرية مع الشرح والتعليق (- جمة) ،
(بالعربية) عن % ؟ ، ملخص تكنيري عن 95 .
[اليوزجاني] ، أبو الوفاء ، الفلر كتابي .

التاريخ المبكر للاسطرلاب الشامل لحميع العروضي:) (بالانكليرية) ص 244 معنص عربي ص ٢١٧

(بالانخليرية) م*ن 244 ـ منخص عر* تحديد ارتفاع النسس ء انظر الكاشي

تداول المخطوطات الطبية العربية واستحدامها في اسبالي حلال نقرن السادس عشر ، (بالإنكنيزية) من 188، ملحص عرفي ص ۴۰۵

التطور المبكر ألتنجم في الأندلس : (بالانكبزية) ص 228 , علمص عربي ص ٣١١ .

التعاليم الإسلامية ، الظر هول.

ا التنجيم في الأندلس ، الظر سنسو

الثقافة الأسانية - العربية (الأندلسية) في الثرة والثرب ع مراجعة : (بالعربية) من ٢٢٤ ملخص الكبري من 262 .

جنجريش ، أوين ، تطبيقات السيلات الفلكية اسكرة، مراحمة ، (بالالكليزية) ، ص 261 ,

حركة الالتفات ، انظر لحسن بن اهيثم

الميسن ۽ آخيد يوسف ۽ کتاب الحيل ٽبئي موسي بن شاکر ۽ مراجعة (پالعربية) جن ۹۸ ۽ منخص نکليري ص 95

حممي ، حكمت ، الثقافة الأندلسة (الاسانية – المربية) في الشرق والقرب ، مراجعة ، (با مرابية) ص ٢٣٦ ، ملخص الكبري ص 262

الميل، كتاب، الظريتو موسى.

[الحازن] ، أبو جعفر ، رسالة في المتلفات القائمة الزوايا والمسلمة الأسلاع ، (بالعربية) ص ٣ ، تعليق فرنسي ص 184

دبرنبر ، ماري تريز مع كناعي ، منهج الكاثمي غبر المملي في تحديد ارتفاع الشمس ، (بالانكليزية) س 229 ، ملخص عراي ص ٢٩٧ .

دفعاً عن 8 كتاب الثار يد ؛ السيمياء العربية د دريجر بيكون وإدبحال الباررد إلى الغرب ، (بالاتكليرية) من 200 ، سلخص عربي عن ٢٩٩ .

[الرازي] ، محطوطة كتب المنصوري (بالعربية) من ٢٠، بالانكبرية ص 88

رائد ، وثناي، ؛ ابن الهيتم وعبل للنسع؛ ﴿ بالعربية ﴾ ص ٢١٨ بالعرضية ص 309

رمالة في المثلثات القائمة الزران والمنطقة لأضلاع، (بالمربية) س ٣ ، تعليق فرسي ص 184.

الروابط بين عمم النفس عند اين سينا وقروع أخرف من عمومه وابس التماليم الاسلامية ، (بالالكليرية) من 46 ، ملخص عربي ص 60

روجر بيكون ۽ انظر قوني ويري

سنفسون ، ف ، بركلارك ، تطبيقات السجلات الفلكية للبكرة ، سر.حمة ، (بالاتكليزية) ص 261 .

السيهلات الفلكية المبكرة ؛ انظر ستفسون وكلارك سيسو شوليو ، انطور المبكر التشجم في الاندلس، (بالانكليزية) ص 228 ، ملخص عرب ص ٢١١.

السيمياه الإسلامية و ولا فة الكيمياه ، (بالانكليزية) عن 40 ، ملخص عربي ص ۵۵

السيمياء العربية ، انظر فوقي وبري . الشكازية ، انظر كينج .

إاشيرازي] ، قطب للدين ، المصدر الأصيل هيئة
 انكواكب المسوية إن قطب الدين الشيرادي ،
 بالابكليرية من 3 ملحص عربي س 6 ،

صبره ، عبد الحديد ، مقالة الخدن بن الهيم في حل شكرك حركة الانتفاف ، (بالعربية) ص ١٨٣ ملحس كديري ص 388

صليبة ، جورج ، المصدر الأصيل لهيئة الكواكب المنسوبة إلى قطب الدين الشير اري . (پالاتكلوزية) ص 3 . ملخص حربي ص 44 .

الطب الدربي في اسبائيا ، انظر غارسا - بلستر .

عز النفس عند ابن سيناء انظر هوله.

غارسيا حاليل المربية عالى المنطوطات الطبية المربية واستخدامها في اسبائيا خلال القرن السادس عشر ، (بالانكليزية) من 183 ملخص عربي

غولمستغين ــ برغاره ، بقاء علم الفلك العربي في العبرية ، (بالانكليزية) ص 81 ، ملخص عربي ص 3ء .

هرنت ، حوان ، الثقافة (لاسبانية – العربية (الأندلسة) في الشرق والفرس ؛ حراجعة (بالعربية) ص ، ٢٣٤ متحص انكليزي ص 262

> الملك الاسلامي ، عثر كينج العلك العربي ؛ اتشار غوندستاين

قولي فرتارد ويري . دفاعاً عن يه كتاب النار ؛ ؛ السيمياء العربية وروجر بيكون وإدخال البارود إني القرب؛ (بالإنكليرية) عن 200 ، منخص عرب ص ۲۹۹ ،

[الكائي] ، منهجه غير السل في تحديد ارتفاع النمس د (بالانكليرية) ص 219 ، ملخص دري ص ٢٩٧

کتاب الحبل ، ينو موسى بن شاكر ، مراجمة ،
(بالدربية) من ۱۸ ، ملخمن الكليزي ص 95
کتاب لمتصوري للرازي ، محطوطة (بامرببة) ص
۲۸ ، بالانكليزية ص 88 .

كناب الثار ۽ ائظر قولي وبري .

کرمي ، عادة به ۱۷شاره إلى محطوطة أحرى لکتاب المصوري الراري ، (پاسربه) ص ۱۲ ، بالانکليزية ص 88

كلارك ، د ، ه ، تطبيقات السحلات الفكمة المكرة ، مراجعة ، (بالانكبيرية) ص 261 .

كندي الهوارد ، وموالدي ، أيو الوفاء البوزجاني ومغرية أيرك لاسكدري ، (بالانكليرية) من 19 ، ملحص مري س ٠٠

كندي ادوار ، ودبربو ، منهج الكائني عبر النسل أي تحديد ارتفاع الشمس ۽ (بالانكليرية) | ص219 ملحس عراب ص ٧٩٧

الكبمياه، القار معم سيد حسين .

بلترز

كينج ، دىمىد ، في التاريخ المبكر للاسطرلا ب الشاس لحميع المروض في الفلك الاسلامي وأصل كده و الشكارية و في اللمة العربية العلمية في القرون الوسطى (بالانكليزية) س 248 مشتص عربي عن ١٣٤٧

المثلثات القائمة نزوايا والمنطقة الأضلاع ، عطر الحارث. المحلوطات الطبية العربية في الساليا ، الظر عارس --

مُعلوطة للاقتيدسي بالمرابية ص ٢٧٠ . العدر البورا

المصدر الأصيل لهيئة الكواكيد، الظر الشير ازي وصليها مقالة الحسن بن الهيثم في حل شكوك حركة الالتفاق , (بالمرية) ص ١٨٣ منحص الكليزي ص 888.

ملاحظه حول محطوطة للاقليدسي ، (بالعربية) ص ٢٠٠ منهج الكاشي خير النملي في تحديد ارتفاع الشمس ، (بالانكليزية) ص 219 . ملخص عربي ص ٢٩٧

المصوري ، ائثلم الرازي

مو لذي ، مصطفى ، وكندي ، أبو الوقاه البوازحال وتطرية أيران الإسكندراني(بالإنكثيرية) ص 19 ، ملخص عراق على على اله

مسرى مند حسين، السيمياء الاسلامية وولادة الكيمياء ، (بالانكليزية) من 40 ، منخص عرايا من 00 .

هول ، رودرت ، الروابط بين علم النفس عبد ابن سبأ وهروع أخرى من علومه رين التمانم الاسلامية (بالانكليرية) ص 46 ، منخص عراي ص اله ،

هيئة الكو كب ، الظر الثير الي ، صليبا

هیل ، دودند ، ترجمه کتاب اخیل لیتی مومی بن شاکر ، براجعه (باسربیة) ص ۹۸ ، ملحص نکلیری ص 95 . Altitude), 219; summary in Arabic 368 4 & Mustain Mawaldt (Abū al-Wafa' and the Haron Theorems), 19, summary in Arabic 131.

al-Khāzin, me Anbouhu.

King, David A. (On the Early History of the Universal Astrolabe in Islamic Astronomy and the Origin of the Term Shakkasiya in Medieval Scientific Arabic), 246; summary in Arabic. 268, see also Nellet

King Fairel International Award, 92.

Louis Janus, 1897-1978, 85.

Mawaldi, Musiafa (Abu al-Wafn' and the Heron Theorems), 19; summary in Arabic, 131.

Nallet, C.; Rohr, R.J., King, D.A. (Louis Janin, 1897-1978), 85.

Near, Seyyod Hossein (Islamic Alchemy and the Both of Chemistry), 40; summary in Arabic, 126

Notice of Another Manuscript of al-Raxi's Kitab al-Manyari, 58

On the Early History of the Universal Astrolade in Islamic Astronomy and the Origin of the Term Shakkaziya in Medieval Scientific Arabic, 244; summary in Arabic, 283.

The Original Source of Qutb al-Din al-Shirazi's Planetary Model, 3: summary in Arabic, 133. Perry, Keith; Vernard Foley (In Defense of Liber Ignoum: Arab Alchemy, Roger Bacon and the Introduction of Gunpowder into the West), 200, summary in Arabic, 306.

Queb al-Dīs al-Shirdel, see Suliba.

Rashed, Roshdi (La construction de l'heptagons régulier par îbn al-Haytham), summary, 209; in Arabic, 207.

al-Rāzī, apr Karmi.

Rohr, R. J. 400 Nullet.

Sabra, A. I. (Ibn al-Haytham's Treatme: Solution of Difficulties Concerning the Movement of Hafôf), summary, 288, in Arabic, 423.

Saidan, see Anbouba

Saliba, George (The Original Source of Qutb al-Dīn al-Shirārī's Planetary Model), 3; summary in Arabic, 133.

Sams6, Julio (The Early Davelopment of Astrology in el-Andalus), 228; summery in Arabic, 294.

Spain, see Garcia-Ballester; Sameo

Stephenson F. R.; D. H. Clark Applications of Early Astronomical Records, nov. by Owen Guigerich, 261.

Un Traîté d'Ahu Jaffar al-Khazin sur les triangles rectangles numériques, 134.

Vernet, Juan La cultura hispanourabe an Oriente y Occidente, rev., 262; in Arabic, 281

Index to Vol. 3

Journal for the History of Arabic Science

Pagination according to numbers

No. 1, 1-180

No. 2, 181-424

Abi jaffar al-Khārin, see Anbouba.

Abl al-Wafa', ase Kennedy-Mawaidi.

Alchamy, see Foley, Nusr.

Anbouba, Adel (Un Traité d'Abû Jac'far al-Khâzın pur les triangles numériques) 184; (A Treatise of Abû Jaf'far al-Khâzın on Rational Right Triangles), in Arabic, 178; (Observation Concerning a Manuscript of al-Uqlidisi), in Arabic 285.

Astrolabe, see King.

Aptrology, sas Sama6.

Bacon, Roger, see Foley.

Chammetry, see Nasr.

(Tas) Greulation and Use of Medical Manuscripts in Arabic to 16th Century Spain, 165; summary in Arabic, 183.

Cark, David H.; & F. R. Stephenson Applications of Early Astronomical Records rave., 261.

Debaroot, M.-Th., ; E. S. Kennedy (Al-Kāshi's Impractical Method of Determining the Solar Altitude) 219; summary in Arabic, 308.

(A) Decisive Example of the Influence of Psychological Doctrinss in Islamic Science and Calture: Some Relationships between Ibn Sink's Psychology, Other Branches of His Thought, and Islamic Teachings, 46: summary in Arabic. 123.

Foley, Vernard, ; K. Perry (In Defense of Liber Igneum: Arah Alchomy, Rogar Bacon, and the Introduction of Gunpawder in the West), 200, surumary in Arabic, 306.

Gueda-Ballester, Luis, (The Circulation and Use of Medical Manuscripts in Arabic in 16th Century Spain), 185; summary in Arabic, 300.

Cingerich, Owan, 22v. of Applications of Early Astronomical Records, 261.

Goldstein, Bernard R., (The Survival of Arabic Astronomy in Hebrew), 31; summary in Arabic, 127. Gunpowder, see Foley.

Hall. Robert E., (A Decisive Example of the Influence of Psychological Dectribes in Islamic Science and Culture: Some Relationships between Ibn Sinf's Psychology, Other Branches of Mis Thought, and Islamic Teachings), 66; summary in Arabic 123.

al-Haschmi, Mohammad Yahya, (1904-1979)1, 93

Hassan, A. Y., rev. of The Book of Ingenious Devices, 95.

Héron, see Kennedy-Mawalda

Hill, Donald R., The Book of Ingenious Devices (Kuāh al-Hiyal, by the Banū Mūsā bin Shākır, rev., 95.

Hogendijk, J. (Note: Research Project),

Homsi, Hikmet, rev. of Juan Vernet, La cultura hupanourabe an Orienze y Occidente, 262, Azabic, 281

Ibn al-Haytham, see Rashed, R , Sabra, A, I,

Ibn al-Haytham's Treatise: Solution of Difficulties Concerning the Movement of Hinfaf, 422.

Ibn Sînā, see Hall.

In Defense of Liber Ignoum: Arab Alchemy, Roger Bacon, and the Introduction of Gunpowder in the West, 200

Islamic Alchemy and the Birth of Chemistry, 40.

Janin, Louis, (October 17, 1897 - December 29 1978), Étoge by G. Nellet, Bené Rohr & D. A. King, 85.

Karms, Ghada, (Notice of Another Manascript of al-Rāzi's Kudb al-Manjūri), 88, summary in Arabic, 119.

al-Kāshi's Impractical Method of Determining the Solar Aktitude, 219, summary in Asabic, 308

Kayali, Taba I., (Mohammad Yahya al-Haschime (1904-1979), 285; in Arabic 282

Kennedy, E. S., ; Mr-Th. Debarant (Al-Kāshi's Impractical Method of Determining the Solur

Sales and Distribution by the Syrian Society for the History of Science

PUBLICATIONS OF THE INSTITUTE FOR THE HISTORY OF ARABIC SCIENCE

Al-Hassan, Ahmad V.. Taqi al-Din und Arabic Mechanical Engineering, with the Sublime Methods of Spiritual Machines.

An Arabic Manuscript of the 16th Century.
In Arabic, 165 pp. 1976, \$8.00

Katayė, Salman.

Les Manuscrits Medicaux et Pharmaceutiques des Bibliothèques Publiques d'Alep.

In Arabic. 440 pp. 1976. \$ 10.00

Shawqi, Jalal, S. A., Mathematical Works of Bahā' al-Dīn al-"Āmilī. (953-1031/1547-1622). In Arabic. 207 pp. 1976.

Kennedy, E. S., & Imad Ghauem (Eds.), The Life and Work of Ibn al-Shātir an Arab Astronomer of the 14th Century, In Arabic and English, 172 pp. 1976. \$6.00

Kennedy, E. S.,

The Exhaustive Treatise on Shadows by Abū al-Rayhān Muhammad b. Ahmad al-Birūni In English. 281 pp. 221 pp. 1976

Vol. I Translation

Vol. II Commentary \$ 25/set

^cAdiyāt Halob. An annual on archaeology, history of art and science. In Arabic and English. Vol. I (1975) pp. 368, Vol. II (1976) pp. 354, Vol. III 284 in Arabic, 56 pp. French and English summaries (1977) Each Vol. \$ 6,00

Proceedings of the First International Symposium for the History of Arabic Science (ISHAS), held 5-12 April 1976, Aleppo.

Vol. I in Arabic. 970 pp. \$ 25.00 Vol. II in other languages. 368 pp. By hand \$ 13.00 Surface mail \$ 15.00

Journal for the History of Arabic Science. An international journal, Subscription: \$ 10.00

To Contributors of Articles for Publication in the Journal for the History of Arabic Science

- 1. Submit the manuscript in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science. The text should be typewritten, double-spaced, allowing ample margins for possible corrections and instructions to the printer. Please include a summary in Arabic, if possible, about a third the length of the original. Otherwise let us have a summary in the language of the paper.
- 2. Bibliographical footnotes should be typed separately according to numbers inserted in the text. They should be double-spaced as well, and contain an unabbreviated complete citation. For books this includes author, full title (underlined), place, publisher, date, and page numbers. For journals give author, title of the article enclosed in quotation marks, journal title (underlined), volume number, year, pages. After the first quotation, if the reference is repeated, then the abbreviation op. cit. may be used, together with the author's name and an abbreviated form of the title.

Examples :

O. Neugebauer, A History of Ancient Mathematical Astronomy (New York: Springer, 1976), p. 123.

Sevim Tekeli, "Taqī al-Dīn's Method of Finding the Solar Parameters", Necaci Lugal Armagani, 24 (1968), 707-710.

In the transliteration of words written in the Arabic alphabet the following system is recommended:

For short vowels, a for fatha, i for kasra, and u for the damma.

For long vowels the following discritical marks are drawn over the letters ϵ_i , ϵ_i , ϵ_i .

The diphthong aw is used for , and ay for ,! .

NOTES ON CONTRIBUTORS

Adel Anboube works on the history of algebra and geometry. He has taught the history of Arabic science at the Lebonese University and at the French Faculty of Economics in Bearnt.

Marie-Thérèse Debarnot is an agragée in mathematics of the French government. She is currently completing a doctoral thesis on the early history of trigonometry.

Vernard Foley is an associate professor in the history department at Purdue University. His general interest is in the development of manufacturing processes. At present he is studying the evolution of machine tools in the European Rensissance.

Since 1971 Luis Garcia-Ballester has been head of the History of Medicine Department at the University of Granada, Currently ha is studying medieval Galenian in 14th century Montpellier.

Owen Gingerich combines his work as an astrophysicist at the Smithsonian Observatory with a professorship in the history of science at Harvard University. His very numerous publications are in both fields

Hituast Housi has recently joined the staff of the Institute for the History of Arabic Science. He holds three carned doctorates a Ph. D. from Frankfart a. M. in philosophy, and two Paris (Serboane) doctorate d'état, one in political science and law, the other in literature and the social sciences.

Taka I. Kayali, a medical doctor, 18 Professor of the History of Medicine at the University of Aleppo, Member of the Institute for the History of Arabic Science, and secretary of the Syrian History of Science Society.

E. S. Kennedy, having retained from the mathematics department of the American University of Berrut, divides his time between editing the JHAS and studying medieval Islamic astronomy.

David A. King has recently been appointed to an associate professorable at New York University. There he teaches Arabic and the history of science, and continues to exploit the rich scarces for the history of the exact sciences discovered during his extended residence in Cairo.

Although Keith Perry's professional training and current activity are in computer science, archaeology and ancient technology are his serious avocations. He and Professor Foley are collaborating in a study of stone are manufacturing techniques.

Roshdi Rashed, director of research at the C.N R.S. Institute for the History of Science at the University of Paris, studies the history of algebra and geometry. His critical edition of the mathematical works of Khuyyam is being published by the Institute for the History of Arabic Science.

Abdelhamid I. Sabra, Professor of the History of Arabic Science at Hurvard, has worked in the foundations of mathematics and the history of geometry. A current project is a critical edition of Ibu al-Haytham's optics.

Professor of Arabic at the University of Barcelons, Julio Samso has as a main research field the history of Arabic astronomy. Bis publications include studies of the knew al-ansor, natronomical instruments, and early trigonometry.

The two examples just given involve essentially theoretical issues. But the author also establishes that, for the most part, Arabic scientific explanations of natural phenomena were objective, and based upon observation and experiment, witness Alhazen's optics, Ibn Nafīs' description of the pulmonary circulation of the blood, and al-Kindi's mathematical formulation of the relation between stimulus and response which anticipated those of Weber and Fischer.

Contrary to general belief, Arabic scientific achievements were not confined to theoretical accomplishments. They extended also into technological fields, e.g. windmills, water lifting devices, and the production of granpowder (by Hasan al-Rammāh in 1280).

In discussing the rapid and complete Arab takeover in Spain, the author regards as significant the lightening of the tax burden under the new regime, and the widespread local autonomy enjoyed by the populace. Sporadic manifestations of religious fanaticism and repression were rare exceptions to the general rule of tolerance.

Professor Vernet has spared no efforts to produce a balanced account of a field which he has cultivated for many years. There is always room for differences of opinion concerning individual topics, their relative emphasis, treatment, inclusion, or omission. None of these things detract from our congratulations to the author upon the publication of this book. We recommend it to all who are interested in the history of Arabic science and civilization.

HIRMAT HOMSI

Institute for the History of Arabic Science University of Alappo demonstrate rather well the direct application of historical records to frontier problems of astrophysics. Thus it can serve as an educational tract for a wide range of astronomers, some of whom may otherwise have little sympathy for historical studies.

OWEN GINGERICH

Center for Astrophysics Cambridge, Massachusetts, U.S.A.

Juan Vernet. La cultura hispanoarabe en Oriente y Occidente, Barcelona, Spain: Editorial Ariel (Ariel Historia), 1978. 395 pages.

This book is a serious and authoritative description of the glorious accomplishments of the Spanish Arabs, their originality and creative spirit. That is why it stresses the fact that Arabic culture transcended mere translation and imitation, demonstrating a genius for invention in all branches of knowledge. The author establishes this central thesis by means of adequate examples and numerous citations from the original sources, these being backed up by a rich and exhaustive bibliography. The book further reveals the deep influence exerted by the Hispano-Arabs upon Western culture and its scientific expansion during the Renaissance. This in turn shows how great is the debt owed by humanity to Arabic civilization, Spanish and Oriental. As the author says, a mere listing of the Arabic scientific texts edited at that time suffices to establish the validity of the above remarks.

The book commences with two chapters giving the general historical background. Chapter 3 is on the technique of translation, Chapters 4 through 9 present a detailed chronological exposition of Hispano-Arabic science from the teath well beyond the thirteenth centuries. Each chapter is organised according to subjects, including, when relevant: philosophy, the occult sciences, mathematics, astronomy, astrology, physics, alchemy, technology, navigation, geology, botany, zoology, and medicine. The concluding two chapters describe Hispano-Arabic art and literature.

A short review cannot do justice to the wealth of detail devoted to all the topics listed above. For instance, the author describes the effect upon the European scholastics of speculations by the mutakallimin and the Muslim philosophers concerning the nature of time and space, their divisibility or indivisibility. He asserts that Averroes' commentaries on Aristotle's De coelo si mundo and the Physics were the basis of one of the greatest reformations in human thought, the Copernican revolution. Translated into Latin and studied by the young Copernicus at the University of Cracow, the commentaries contained critiques of the geocentric system and advocated separating the study of theology from that of natural philosophy.

Book Reviews

F. Richard Stephenson and David H. Clark, Applications of Early Astronomical Records. Bristol: Adam Hilger, Ltd., 1978, 1x 4 114 pages. £ 9.50

The English astronomers Stephenson and Clark, whose The Historical Supernovae received wide critical acclaim, have again teamed up to write this brief monograph on early observations, their documentation, and their application to three contemporary astronomical problems.

The opening chapter gives an overview of the sources, but written on such a popular level that it could well have made an article for a general scientific journal. Their interesting series of illustrative examples is almost completely undocumented with respect to sources; they quote, for example, Clavius' eclipse observations from 1559 and 1567 (which new figure prominently in J. A. Eddy's argument that the sun has shrunk slightly since the sixteenth century), but without citing chapter, page, or even place and date of publication. Similarly, the Islamic examples from Ibn Havvan and Ibn Yunus are scarcely identified, and there is no systematic treatment of the scope and nature of the Arabic sources. With respect to medieval material, the authors fail to specify to what extent the chronicles are actually published, nor do they mention Renaissance broadsides as documents of potential astronomical interest. The Chinese sources fare somewhat better because Stephenson has a remarkable self-taught command of Chinese. But even in this area, the astronomers in the People's Republic of China have now begun to probe the provincial chronicles (unmentioned here) with unexpected results including evidence for a new star in 1408 that may coincide with Cygnus X-1, the famous black hole candidate.

The following, longer part of the book discusses, often on a far more technical level, the specific applications to solar eclipses, to nova, and to solar activity. The eclipses are analyzed for values of the secular acceleration of the earth's rotation, but from the account as written it is difficult to know if the authors have included any previously unpublished results. Certainly a substantial part of the material on novae and supernovae is lifted from their previous book, although not without some confusion: their table 1.2 gives without comment an observation of the supernova of 1604 on October 20 whereas in The Historical Supernovae October 17 is given. Without pursuing the original source, it is impossible to know which is correct. The final chapter gives a very short review of the relation of sunspot and auroral records to the problem of understanding long-term solar activity.

Although this work is uneven and often frustratingly superficial, it does

NOTES AND CORRESPONDENCE

Dean A. S. Saidan reports that at the University of Jordan, Amman, Salah al-Din Hushim has successfully defended a master's thesis which is a study of al-Karkhi's Kitāb al-Fakhrī. The examining committee has recommended publication of the thesis.

Jan Hogendijk (Mathematical Institute, University of Utrecht, P. O. Box 80.010, 3580 TA, Ltrecht, The Netherlands) is currently preparing a thesis on a treatise of the medieval Islamic scientist Ibn al-Haytbam (965-1041 A. D.) on the theory of conic sections. It is the "Treatise by al-Hasan ibn al-Hasan ibn al-Hasan ibn al-Haytbam on the Completion of the Book of Conics" (Maqāla fi samām kitāb al-makhrātāt).

In this treatise Ibn al-Haytham tries to give a restoration of the eighth book of the Conics of Apollonius of Perga, which book had already been lost in his time.

Only one manuscript of the work is known. This is in Manisa, Turkey (Genel 1706, see F. Sezgin, Geschichte des arabischen Schriftums (Leiden: Brill, 1974, vol. 5, p. 140). It has been published in facsimile, with an introduction in Turkish and German and a German translation of Ibn al-Haytham's preface by N Terzioglu as: "Das achte Buch zu den 'Conica' des Apollomus von Perge. Rekonstruiert von Ibn al-Haysam' (Istanbul: Publication of the Mathematical Research Institute, 1974), no. 5.

The thesis is to contain an edition of the Arabic text, with English translation and commentary. There will also be an extensive introduction on the place of this treatise within Islamic mathematics.

gloce 259

à lui à Alep fin des années cinquante, et publiée dans les quatre langues: arabe, allemande, auglaise et française.

Il a été aussi un des assidus collaborateurs aux différents Cougrès Mondiaux de l'Histoire des Sciences et ses conférences et articles ont été faits dans les trois langues; allemande, anglaise et française.

Sa culture multi-linguale a fait de lui une éminente personnalité parmi les arabisants et les orientalistes du monde entier, ainsi que parmi ceux qui s'interressent à l'Histoire et à la Philosophie des Sciences arabes et islamiques.

Éloge

MOHAMMAD YAHYA AL-HASCHMI



Par Taha I. Kayali*

A IA FIN du mois d'Août 1979, le Prof. Dr. M. Y. al-Haschmi est décédé à l'âge de 75 aus, après un court séjours à l'hôpital universitaire, à la suite d'un accident vasculaire cérébral.

Prof. Dr. Al-Haschmi était un des rares syriens qui se sont donnés corps et âme à l'histoire et à la philosophie des sciences et tout particulièrement à l'histoire de l'héritage et du patrimoine arabo-islamique.

Né à Alep en 1904, il y resta jusqu'à la fin de ses études secondaires. Pendant les annés vingt et trente, il séjourna en Allemagne pour se consacrer à l'étude des sciences physico-chimiques et obtint le Doctorat en Chimie et en Philosophie de l'Université de Tuhingen, après avoir présenté une étude approfondie sur le livre de al-Bairouni: le livre des Pierres. A son retour à sa ville natale, Alep, il y enseigna la chimie dans les écoles secondaires puis à l'Ecole des Ingénieurs jusqu'à l'âge de la retraite. Mais pendant toute cette longue période, il n'a cessé de travailler à l'histoire et à la philosophie des sciences arabes. Il a publié des centaines d'articles et des dizames de livres. Parmi ces dermers, citons quelques uns des plus importants:

Un livre, Jacfor al-Şādiq, Promoteur de l'Alchimie (en arabe), 2º édition, Aleo, 1950.

Un livre. Die Quellen des Steinbuchs des Beruni, Bonn, 1935.

Une périodique de la "Société de Recherche Scientifique", fondée grâce

^{*} Faculté du Médecine, Université d'Alep-

may presume that shortly thereafter al-Zarqāllu moved from troubled Toledo to Cordova, and that he wrote a new treatise for al-Mu^ctamid to compensate for the fact that he had previously written one, or maybe even two, for al-Mu^ctamid's rival al-Mu^cmün.

Now that all of al-Zarqāliu's treatises on his safiha, as well as a treatist by him on the planisphaeric astrolabe, are known to exist in the original Arabic, a closer investigation of his works on instruments would be worthwhile. In such an investigation it should be borne in mind that the available evidence does not indicate that the astronomers of Muslim Spain contributed much that was original, and the extent to which al-Zargallu might have been influenced by earlier Eastern Arabic sources must remain a matter of speculation. The early ninth-century Damaseus astronomer Habash is known to have written on the plate of horizons, to which the single shakkaziya plate is closely related.12 His treatise is lost, but another was written by the mid-tenth century scholar of Shiraz, al-Sijzi, and this has recently been located in a unique copy in Damascus.23 It may eventually be possible to prove that the shukkaziya grid is of Greek origin:" I find it curious that the European name for this plate was "meteoroscope".26 Ptolemy used the terms astrolabe and meteoroscope, the first referring to both spherical and planisphaeric instruments, and the second, known only from the commentary of Pappus to Book \ of the Almagest, referring to a related spherical instrument.25

- 22. The evidence for this is a remark by a later Maghribi astronomer al-Thaijafi, recorded by Morley in Gungher, I, p. 7. note 12 (For Morley's "Hanash" read "Hahash".)
- MS Damascus Zāhmīya 9255, comed ca. 1500 AD, On al-Syrā see the article in DSB by Y.
 Dold-Samplomus.
 - 24. See Samaii 4, p. 2.
 - 25. See for example, Narih
 - 26. See Rome and Naugebauer, 11, p. 941.

Notes added in proof

- 1 The Aya Sona manuscript of the treatise in 80 chapters montioned in note 21 is in fact snonymous. Biowever, another copy of what appears to be the same work, now arranged in 79 thepters and attributed to al-Zarqaflu, has come to light in MS Istanbul Nurrosinguiye 2926,6 (fols. 118r-150r, late copy in two different hands).
- 2. Prof. Franz Rosenthal of Yalo University kindly suggested to me various into representations to my readings of difficult passages and I have succeptrated these into the text of the article. In particular Prof. Rosenthal noted that in the extract from al-Baklamahl presented on p. 248 we should perhaps read al-astarlated al-maghni... al-mastanhat men al-carkáliya ica-l-shakkásiva, which would mean "the universal astrolahe, derived from the sargálliya and the shakhaziya (plotes)". This not only makes better sense but also accords with the fact that one of al-Baklamahi's predecessors in Syria in the fourteenth century bad corapited a treatise on a universal instrument which he labelled al-astarlâb al-maghni. A translation of this treatise is contained in my forthcoming monograph on the instruments of Ihi al-Sarrāj (see note 20 above), which is to be published by the Benaki Museum.

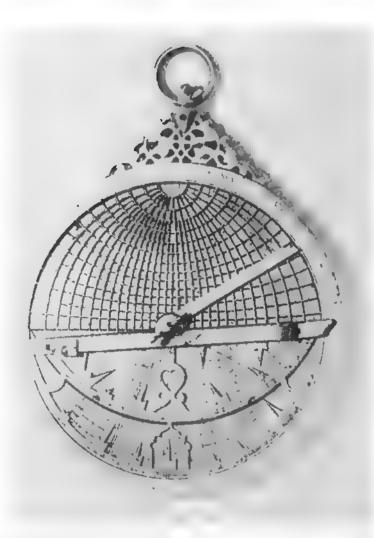


Plate 5. The universal astrolabe of 10n al-Sarrij preserved in the Benaki Museum in Athens. This instrument differs from that of CAR the Khalaf in that it contains a ceries of plates and a special trigonometric grid on the back, it is in fact an astrolabe which can be used universally in four different ways.

(Courtesy Benaki Museum, Athens)

used in all of the known treatises on the instrument thereafter, except for those noted above. When the universal astrolabe was invented again in Aleppo in the early fourteenth century by the astronomer Ibn al-Sarrāj, 30 who says he hit upon the idea after contemplating the solution of the problem of determining the bour angle from a celestial slittude with a shakkāziva plate, he called the instrument al-Sarrājiva after himself. Nevertheless, the idea behind his instrument, illustrated in Plate 5, goes back at least to a herbalist of eleventh-century Toledo.

According to the dates given in the Leiden manuscript al-Zarqållu wrote his treatise on the safiha zarqålliva almost twenty-five years before Ibn Khalaf made his universal astrolabe for al-Ma'mūn. Our source states that Ibn Khalaf actually made an instrument for al-Ma'mūn, but his treatise on its use in the Libras del Saber is also dedicated to al-Ma'mūn. Now al-Zarqållu wrote three separate treatises on his instrument, rather than two as is generally acknowledged. Those in 100 and 60 chapters are well known, and are both now available in the original Arabic; also, a unique copy of a treatise in 80 chapters by al-Zarqållu, dedicated to a ruler whose name is not specifically mentioned, has recently been identified in Istanbul.²¹ This treatise contains a star catalogue for the year 459 Hijra (— 1067) and thus postdates his treatise in 100 chapters, if this was indeed compiled about 440 Hijra. The treatise in 60 chapters is in some versions dedicated to the amīr al-Mu^ctamid ibn 'Abbād, who came to power in 461 Hijra (= 1069) when al-Ma'mūn was still in power in Toledo, and who finally wrested Cordova from al-Ma'mūn in 471 Hijra (= 1078) We

20. On the al-Sarră; see Suter, no. 508 (confused), and on his astrolabe see Gunther, I, pp. 284-285 and Maddison-Turner, no. 61 I have prepared a detailed analysis of this instrument using same medieval treatiers on its use, see King 2 for a summary.

21 A nuique copy of a treatise in 80 chapters dedicated to a ruler who is not named (probably the Calpb al-Ma'mon of Toledo) is MS Istanbol Aya Sofia 2671,1 (fols. 1r-75r, 621H). This minuscript, listed in Krauss, p. 482, has not been previously identified as a copy of a treatise distinct from the other two (see below). The same istanbil manuscript contains (fols. 133v-151v, cf. Krauss, p. 525, no. 15) a treatise on the planaphene usirolabe which can from internal evidence also be attributed to al-Zarqallu. See the first note added in proof on p. 255

The treatise in 100 chapters is extant in several manuscripts, including MSS Escorial 962 (cf. Renaud, p. 101), Islandul Esst 3894-3 (fols. 123-146, 665 H. lieted as anonymous in Krouse, p. 526), and Cairo Dār al-Kutub miqdi 647 (61 fols., ca. 600H). It was translated into Castilian and included in the Libros del Saber (III, pp. 135-237).

Al-Zarqāllu's treatise in 61 chapters is extant in MS Carco Dār al-Kultub hay'a 40 (54 fols., co 950H, anonymous). Two later copies of the same treatise (buth outsilled al-Shakkāsiya — of Aing 1, p. 219, note 1) arranged in 60 chapters are MSS istanbul University Library A4800 and Cairo Taymor riyāda 131,4. This treatise was translated into Hebrow and Latin (both published in Millär 3) and exerted considerable influence in Europe (cf. Poulle).

Also related to these is an anonymous treatise in 130 chapters extant to MS Leipzig Karl-Marx-Universitätsbibliothek 860 (cf. Millás 2, pp. 447-448). This was either incorporated into or taken from the Kittle Jāmic al-mobildi' wa'l-ghāyai of Abū 'Alī al-Marcākushi, a compendium on astronomical instruments compiled in Cairo in the late thirteenth century (cf. Sédillot-fils, especially p. 183-184). we have mentioned before and who was known as al-Sh'wy" had made an instrument in 464 Hijra (= 1071-72) for al-Ma'mūn, amir of Toledo, which he had called al-as/arlāb al-Ma'mūni, and which had a universal (set of) horizon(s). The orthography al-Sh'wy is easily conceived as a corruption of al-Shajjār, especially by an Egyptian who might have been influenced by a well-attested name like al-Sakhāwi. The Arabic text reads as follows:

في ٨٨ و ... حجم من سكان طبيطلة وجهائب ابو الحسن على بن حلب بن الحبر [1] تصيدلا في وابو اسمق الرهيم بن يجين انتقاش المعروف دولد الزرقاد [1] ... والرعهم في الهندسة بصندلا في [1]

ق ١٠ ظ ومنهم الفاصل التحرير المتقدم دكره اسو اسحق ارهم الاسدسي الملقب بالزرقدي الدي السخيط الردقاله [اقرأ الزرقابة] وصنعت في العمل ب عابة باب في حدود سه ازبعس وأربع عابه و مسم ايو الحسن على بن حلق بن اخير [أ] لمتقدم دكره ويعرف بالسحاوى صنع بة للمامود دي المحدى [؟] اب الحسن محبى بن دي الوب الأمير يطليطة من الأمادس منذ مقراض الدولة الأموية ونقب بالأسطر لأب ماموفي فات الاطن الشعال منذ الربع ومتهن واربع ماية هجرية .

Compare the published text of Şācid al-Andalusī:

From these sources preserved in El Escorial, Hyderabad, and Leiden, we might perhaps conclude that shakkaz is a corruption of shajjār, "herbahst". The confusion of a Maghribi j for a k by a non-Maghribi copyist is conceivable, and the change from i to z in Arabic requires only a dot. The Hyderabad manuscript informs us that the astronomer al-Shajjār bore the name "Alī. The Leiden manuscript informs us that al-Shajjār (written al-Sh'wy) was none other than "Alī ibn Khalaf himself Since the Escorial manuscript refers to this individual as Abu'l-Shajjār it might be that we should read Ibn al-Shajjār and consider the epithet al-Shajjār as referring to "Alī's father Khalaf. "Alī himself is referred to by Ṣā'id al-Andalusī as al-Ṣaydalānī, "the apothecary". On the other hand there is no reason why "Alī ibn Khalaf could not have been both a herbalist and an apothecary.

The fact that some medieval authors, or at least copyists, were uneasy about the orthography of al-shakkāz is indicated by the existence of an anonymous treatise on the safiha shakkāzīya entitled al-Sakkājīya, 17 and by the fact that in a treatise by an individual named Abu'l-Fath ibn 'Abd al-Raḥmān al-Danūshirī, the shakkāzī quadrant is called rub' al-shankāzīya. But even Abū 'Alī al-Marrākushī, an astronomer of Moroccan origin who worked in Cairo in the late thirteenth century, used the term shakkāzīya, which was

¹⁷ Extent in MSS Casto Dar al-Knitch Zekiya 706 1 (fels. 1v-8v. cn. 1100H) and Alexandria Municipal Library D 2052, 2 (fels. 1v-14r. cs. 1150H).

^{18.} Extant in MS Turis codiquys Rigwan 108 (not examined): cf. Samsé 1, p. 391, and 3, p. 183.

^{19.} Cf Sédillot-file, p. 183. On Aby 'All al-Martakushi see Suter, 40. 363.

Estas son las figuras de la regla et dell alhidada dell estrumente é que llaman la avafeha.



Plate 4: The alidade to be used with al-Zarqillu's plate, illustrated in the Libros des Saber

(Courtesy Harvard University Library and Owen J Gingerich)

The appellation shajjār is attested in classical Maghribi Arabic and means "botanist" in the modern sense of "herbalist." ¹⁸ For reasons which become apparent below, I think that Ibn al-Shajjār is more likely than the Abu'l-Shajjār which occurs in the text. Nevertheless, this text seems to imply that nl-Zarqāllu wrote an early treatise on his plate, that Abū', Ibn'l-Shajjār added a rete to this plate, and that al-Zarqāllu was thereby prompted to write his treatise in 100 chapters.

A second source for our study is the unique copy of the Zij of Ibn Isbāq, an astronomer of thirteenth-century Tunis, recently rediscovered in MS Hyderabad Andra Pradesh State Central Library 298 (440 pp., copied ca. 800H). This work is a valuable new source for the history of astronomy in the Maghrib. In a list of earlier observers Ibn Ishāq lists two individuals Alī al-Shajjār and Ibu Wāfid as astronomers who made observations in Toledo in 477 Hijra (1984-85). From this information, we learn that Abū/Ibn al-Shajjār was named Alī und that he collaborated with Ibn Wāfid, who is well-known for his work on pharmacology and medicine. However, Ibn Wāfid's date of death is generally accepted as 1075 A. D.

Our third new source is MS Leiden Universiteitshibliotheek 468 (282 fols., copied ca. 750H), a unique incomplete copy of a treatise on timekeeping by an unidentified early-fourteenth-century Egyptian astronomer. Here the author quotes a version of Sā'id al-Andalusi's Tabaqāt al-umam, and mentions (fol. 88r) Abu'l-Hasan 'Ali ibn Khalaf ibn Khyr (!) al-Ṣaydalānī (written without diacritical marks) along with al-Zarqāllu as a scholar of Toledo and as a distinguished geometer (here the name is simply al-Ṣaydalānī altbough actually the manuscript has al-Ṣandalānī) However, later in the text (fol. 90v), our author quotes a different work by Ṣā'id al-Andalusī entitled Kitāb Tabaqāt al-hukamā'. and states that al-Zarqāllu wrote a treatise in 100 chapters on an instrument called the zarqālliya which he invented around 440 Hijra (= 1048-49), and that Abu'l-Ḥasan 'Alī ibn Khalaf ibn Akhyr "whom

^{12.} Ducy, 1, p. 730.

^{13.} On 1bn Ishaq see Suter, uo. 356.

^{14.} On Ibn Wafid (1808-1975) see the article in DSB by J. Nernet. He was not previously known to have conducted astronomical observations.

¹⁸ On this monutaript see Fourhouse, p. 153. The work is based majory on the treatise of AbQ "Ali at-Marrakushi (see note 19 below) and the thirteenth-century Egyptian Musicala Zij, but it also contains interesting historical information.

On the available works of al-AndalusI tee the remarks of R. Blachère in Şăfid al-Andalusi, tr. pp. 12-15.

It is of interest that the Egyptian scholar lbn al-Qifti (on whom see the article "lbn al-Kifti" in Efa by A. Dietrich) used the Tabaqát al-moum of Sárid al-Andalusi but lbn al-Qifti's biographical dictionary is extant only in a receision in which "A i ibn Khalaf is not mentioned. A more careful investigation of the historical and his bibliographical material in the Leiden manuscript would be worthwhile not least because the anti-or adds to his quotes from Sárid al-Andalusi's works some information on several Egyptian scientists from the thirteenth century whose names are new to the modern literature.

The above segretable segretable content of the cont

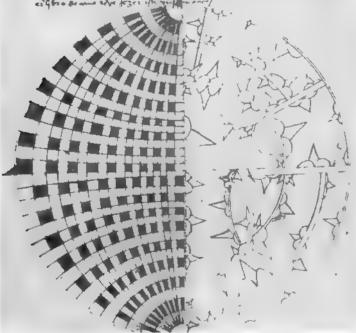


Plate 3 The rete of "Ali ibn Khalaf's universal astrolabe filustrated in MS Madrid Biblioteca Nacional L 97.

no biographical information) extent in the unique copy MS Cairo Taymur riyāda 159,1 (pp. 1-61, copied 1320H!), we read:

وبعد على لما رايت الناس في الحديث والقدم قد وصعوا على الالات الاوقائية رسائل كثيرة لا سيما على الاسطرلاب ولا وصع أحد حُهم على أحد الصفيحتين رسالة أعنى صفيحه الشيخ «في أسحاق «راهم الطنيطل شهر بالرزقاء، رحمه أنه والصديحة المساوية لشكارى وهما مع ذلك أحسن الالات لعمومها في جميع العروض

.. When I saw that people in former times and recently had prepared many treatises on matriments for timekeeping, especially on the astrolabe, but no one had prepared a treatise on either of the two safikas. I mean the rafika of Shaykh Abū Ishāq Ibrābian of Toledo, known as al-Zarqāllu, may God have mercy upon him, and the rafika attributed to al-Shakkāzi, and since these two instruments are devertheless the best ones because of their universality...

If al-Tujībī thought so much of al-Shakkāzī's saftha it is curious that he did not invoke God's mercy on al-Shakkāzī as well as on al-Zarqāllu. I suspect that al-Tujībī was not too sure about the identity of al-Shakkāzī. In the trestise on the single shakkāziya quadrant by the early fourteenth-century Aleppo astronomer 'Alā' al-Dīn Tībughā al-Dawadār al-Baklamshī, extant in MS Carro Dār al-Kutub mīqāt 774 (14 fols., copied 864H)," we find already some confusion between the personal name al-Shakkāzī and the instrument al-shakkāzīya:

[See the note added in proof on p. 255]

اما يعد فقد تقدم وصع الاصطرلاب المعنى في الاعسال السبومية بكن العروس\الاناقية المستبط سالزرقالهوالشكازية.

.. There has already been made a universal (mughni = dispensing with plates for different latitudes) astrolahe for solving astronomical problems for all latitudes, invented by al-Zarqallu and al-shakkāniya..

I shall now present three new sources which seem to indicate that al-shakkāzī(ya) is a corruption of another word. We begin with MS Escorial at 962 (82 fols., copied ca. 700H?) of al-Zarqallu's treatise in 100 chapters on the use of his safiha. In the colophon of this particular copy of his treatise (fols. 81v-82r)¹¹ we read the following onte:

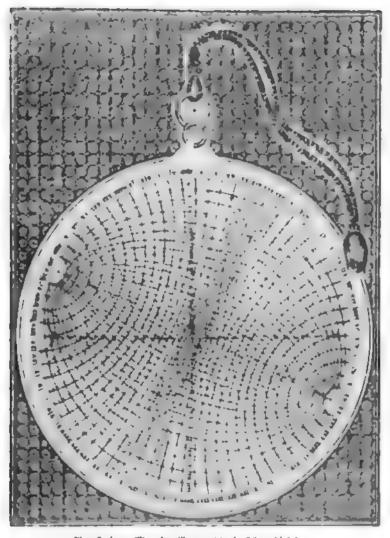
كُل كتاب الشيخ الأجل العلامة اي اسحاق المروف بالروثانه ي الصعيحه المامه لمروض البلدان والالدق وهي التي صميها اخرا مد معارضة الى الشحار له ي الاربل باحرا عملها وصلح فيها شكة قادى ذلك ال عمل فدّه وصل القد على سيدتا محمد

which seems to mean (free translation):

The book of . #1-Zarqāllu of the plate which is universal for all latitudes and horizons is finished. This is the plate which he constructed finally (*) after Ahu'i-Shajjār had made another plate similar to al-Zarqāllu's first plate but on which he had constructed a rete This led to al-Zarqāl-lu's making the instrument described in this treatise. May God bless and save our Lord Muhammad.

10. On al-Baklamshī see Brockelmann, 11. p. 135, and SII. p. 167. Hājjā Khalifa states that al-Baklamshī invented the Shakkāsiya quadrunt (see Samai-Caraló, pp. 7 and 11), by which is meant that he was (pathapa) the first to consider the solution of problems of spherical astronomy approximately using a quadrant of shakkāsiya curves and a thread attached at the The treatise attributed to 1bn Tibughā preserved in MS Cairo Dār al-Kutuh mīqāi 66,4, fols. 63v-73v, copied 803H, which is considered in Samai-Caraló, may be by 'Ali ihn Tibughā, a missagast of Aleppo who was perhaps the son of al-Baklamshī Another copy of the treatise by Tibughā al-Baklamshī himself is MS Princeton Mach 4912 — Yehuda 373, fols. 149v-157v, copied 1060H,

11. Cf. Renaud, p. 501.



Place 2: A recalling place illustrated in the Librar del Saber.
(1 martery Harvard 1 miveretty Library and Owen 3 (imparels)

is mentioned along with al-Zarqāllu in the eleventh-century biographical work entitled Tabaqāt al-umam by Ṣācid al-Andalusī (horn Almeria, 480/1029, fl Toledo, died 456, 1064). His astrolabe, which is known only from the description in the thirteenth-century Libros del Saber, bears a rete, shown in Plate 3, part of which is a semicircle of shakkāziya curves. This rotates over a shakkāziya plate, and with such a device, problems of spherical astronomy, which are essentially problems of conversion of coordinates on the celestial sphere, can be solved with facility for any latitude. Al-Zarqāllu proposed an alidade fitted with a perpendicular rule, shown in Plate 4, to replace the rete of Ibn Khalaf's astrolabe, and both devices can be used toward the same end, namely, the solution of problems of spherical astronomy for all latitudes. Since Ibn Khalaf's rete for his universal astrolabe also included a projection of the ecliptic and the fixed stars, his instrument is superior to al-Zarqāllu's plate and alidade.

In later Islamic astronomy Ibn Khalaf's astrolabe was apparently not known outside Andalusia, but both the safiha shakkāziya, with one set of shakkāziya markings, and the safiha zarqalliya, with two sets, were popular, and there are several later treatises in Arabic, Persian, and Turkish, on the use of one or the other. In some recent publications Profs. J. Samsó Moya and M. A. Catalá have drawn attention to a shakkāziya quadrant, and I have discussed a double shakkāziya quadrant. All of our studies were based on fourteenth- and fifteenth-century Syrian and Egyptian sources. In none of these treatises on the universal astrolabe or quadrant currently known to me is there an indication of the origin of the mysterious word shakkāziya.

Prof. Samsó has collected various references to the epithet shakkāz, "bleacher of hides", and to a quarter in medieval Toledo where such people worked. One could infer that the originator of the single plate bearing this grid was called al-Shakkāz, so that his plate was called al-sofihu al-Shakkāziya and the subsequently-developed quadrant was called al-rub' al-Shakkāzi or rub' al-Shakkāziya, both of which are attested. This derivation must be considered as a serious possibility. To support Prof. Samsó's thesis I can cite one medieval text which implies that the term shakkāzi relates to the name of the individual who invented the grid. In a treatise on the use of the shakkāziya grid by an astronomer named 'Abd Allāh ibu Muḥammad al-Tujībī (on whom we have

the recent literature is in Maddison-Turner (preprint), pp. 123-125. Likewise, 'Aij ibn Khalaf himself is amitted from Suter and Brackelmann

⁵ Cf Sacid al-Andelust, ed., p. 75, and trans., pp. 138-139, See also note 16 below

^{6 (}f) J. Vernet in his article "al-Zarqāli" in DSB, where it is suggested that al-Zarqāliu's plate is an instrument superior to that of "All ibn Khalai.

^{7.} A survey of Islamic writings on universal astrolabes and quadrants is in preparation,

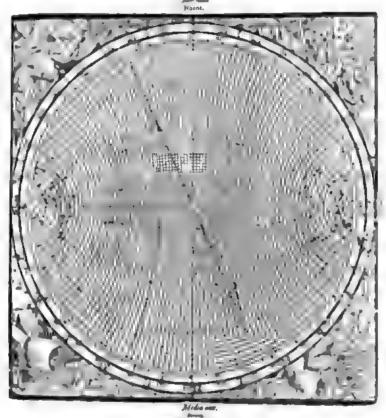
^{8.} Cf. Sumai 1, 2, and 3; Samai-Catalá, and King 1.

^{9.} Samsé 3, p. 187.

MARGARITA MATIH MATICA.

Afficiaring and the comment productives to made comment. A garge out of the an atomic of the same time against the against the

The bandle or have strike or up.



For distance diagnossis bandaganan produces padassan, it tankanan. Big Rip

Place I A shakkariye place the tracted in the treation of John Blagrave of Reading published in 186 (Coursesy B. Webster, Adler Planetarnim, Chicago)

On the Early History of the Universal Astrolabe in Islamic Astronomy, and the Origin of the Term "Shakkaziya" in Medieval Scientific Arabic

DAVID A. KING*

FOR SOME YEARS I have been interested in the origin of the name of a medieval Islamic astronomical instrument, the softha shakkāziya. My interest was first aroused by a remark of Prof. Willy Hartner, who, in his valuable study of the astrolabe stated: "another early variety of Al-Zarqāli's astrolabe is the saftha shakkāziyya (or shakāriyya), about which we do not yet possess any accurate information."

The term shakkāxiya relates to a grid as shown in Plate 1. The saftha of al-Zarqāllu (fl. Toledo and Cordova, died ca. 1090)^a consists of two such grids superimposed on a single plate at an angle equal to the obliquity of the ecliptic: see Plate 2. Al-Zarqāllu is known to have proposed such a double shakkāziya grid with a special ahdade, and this is generally accepted as a simplification of the universal astrolabe of the contemporary Toledo scholar Abu'l-Hasan 'Ali ibn Khalaf ibn Ahmar (?) al-Şaydalānī (= the apothecary). Ibn Khalaf

Department of Near Eastern Languages and Literature, New York University, Weahington Square, New York, N. Y. 10003, U.S.A.

1. The research on the history of Islamic science that was conducted at the American Research Center in Egypt from 1972 to 1979 was financed mainly by the Smithsonian Institution and the National Science Foundation, Washington, D.C., and also by the American Philosophical Society (1972-76) and the Ford Foundation (1976-79). This support is gratefully acknowledged.

It is a pleasure to express my gratitude to the directors of the Municipal Library in Alexandria, the Egyptium National Library in Caro. the Zahnriya Library in Damascus, the Biblioteca de El Escorial, the Andra Pradesh State Central Library in Hyderabad; the Saleymaniye Library in Istanbul University Library, and the Library in Hyderabad; the Saleymaniye Library in Istanbul University Library, and the Library derivative in Leiden for the privilege of working in their manuscript collections. Microfilms of the Madrid manuscript of the Librar del Sabir and the published text were kindly provided by the Biblioteca Nacional, Madrid, and Harvard University Library (courtest of Prof. Owen J Gingerich), respectively The photograph of the al-Sarrij's astrolabe was kindly provided by the Benahi Museum, Athens My thanks go also to Mr. and Mrs. Roderick Webster of the Adder Planetsrum, Chicago, for their generonly in providing me with photographs of medieval instruments and, in particular, with the photograph of Bleggave's "ahakkastyo" plate.

2. Hartner, p. 317 (reprinted from EI_0 , I.p. 727). (Itslicized abbreviations are references to the hibliography).

3 On al-Zarqālin see the article "al-Zarqāli" in DSB by J. Vernet and the references there cited, especially the various studies of J. Millis Vallicross.

4. "All the Khalaf's treature is in Libros del Saber, III, pp. 1-132, and has been discussed in Millás 1, 2, and 3. On the identity of the author see especially Millás 2, pp. 443-446 and 3, pp. xxx-xxxvi, and also Vera, pp. 93-95. "All the Khalaf's instrument is generally overlooked in modern studies of the astrolaber thus, for example, it is not mentioned at all in Michel, and the only account of it in

Libro de las Cruzes et a time when Muslim Spain had reached its golden century, not only in astronomy but in most other branches of culture as well. Undoubtedly he improved the book, explained obscure passages which were ambiguous or too condensed, and introduced quotations of authors inaccessible to Andalusian astrologers of the past, such as Ptolemy, 165 Hermes, 160 and Abū Ma^cshar. 120

^{108.} Ptolemy's Terrabibles is quoted in the Libro de los Cruses, p. 161, but this chapter (LIX), as we have seen, seems to be an Alphonsine addition; there is a reference to the Kurpos (Kitgle al-thomoro, in MS Escorial 916 f. 189c.

¹⁹⁹ MS Escoral 916 f. 192v and 193r. These two quotations do not appear in the Alphoneise text. The latter (and probably the former too) corresponds to Hermes' Kitāb al-'ard ft'l-os'ār.

^{110.} Libro de los Cruses, p. 9, where Abil Ma"shar's Kitāb al-qirānās is quoted

dered (Saturn, Jupiter, Mars, and the Sun) are represented graphically in the characteristic horoscopes of the *Libro de las Cruzes.* A comparison between this Arabic text and the much more developed Castilian translation (576 "figuras")¹⁸⁵ suggests the possibility that, in some cases, the former might represent the pre-'Ubayd Allah version of the work.

A summary of what I have said so far should emphasize the fact that an analysis of this book might establish clearly which were the astrological techniques used by ancient astrologers of Northern Africa and Spain who did not use the subtleties of Hellenistic and Oriental astrology. I have already said that the most primitive group of predictions seems to correspond to a set of chapters in which a presage is based on the position of Saturn and Jupiter in the different triplicities. Thus, according to what we know of al-Dabbi's urjuza, there was no need - for that kind of prediction - to establish the ascendant or the astrological houses. When this need appears, in chapters which bear witness to a more developed technique. I have the suspicion that the identification between zodiacal signs and houses is reminiscent of a stage in which the beginning of the ascendant and that of the other houses was made to coincide with the beginnings of the zodiacal signs. The position of the planets is never fixed with the least degree of precision, and when this kind of requirement appears in the book, it is probably because we are dealing with an Alphonsine addition.105 To cast a horoscope according to the rules fixed by the Libro de las Cruzes we only need to know in which sign we can find Saturn, Jupiter. Mars, the Moon, and sometimes the ascending or descending nodes. All this makes one wonder whether late Visigothic and early Mushim Spain knew planetary tables - similar to those known through Greek and Demotic texts of the Roman imperial period - which allowed one to determine at a glance the sign in which a planet was located at a given moment. 102 On the other hand a critical remark by "Ubayd Allah on astrologers who calculated conjunctions according to the mean positions of the planets reminds one of the rules given by Vettius Valens for that purpose. It is a fact that astronomical tables were used in the first half of the 9th century by astrologers such as Ibn al-Shamir but we do not know which they were and if astronomical knowledge in that early period in al-Andalus was sufficient to apply them correctly. This seems to be the kind of situation 'Ubayd Allah had to face when he rewrote the

^{104.} As described in Libro de les Cruses, pp. 5-7 and in MS Excertal 916 f 190v. The horoscopt is represented by mesos of three straight lines which intersect at the same point, thus forming three cruses. Odd numbered houses (I, II), V. VII, IX XI) correspond to the ends of the lines (called autód. "estaces"), while even houses (II, IV, VI, VIII, X, XII) are represented in the angles between the lines (sawdyd, "angules").

^{103.} Libro de las Cruses, pp.12-18.

^{106.} Of for example Libro de los Crusss, pp.160-161 and Sánchez Péren's analysis of this passage in Isis, 14 (1930), 124-127.

¹⁰⁷ Neugebauer, HAMA, vol. II, p. 785 ff.

generation et de corruption, que fasen les commentiones per les meyes curses non miss, et non paran mientes a al. Et les feches de les planetes non percen si non segunde sus aquationes et segunde ses logares endreçades con todas sus equationes, et con todas sus diversidades, et guardende el mouemente tàrdiu, que es el mouemente de la achava espera el que por el su mouemente se campan todas los otros mouimentes, que muchos de los que compusieren las tablas oluidaren este mouimente, et nol guardaren, et fisieren las confunctiones grossament, el muchos delles que les fases por les meyes curses no mes. Et assi como son de guardar estes cosas sobredichas en las confunctiones de les planetes, assi son de aguardar en les confunctiones et en las oppositiones de las luminarias, ce si assi no fueren sendreçades, non se usrigueran los sus feches et arreran los indixios et las significationes que dellas salles, sa

The previous quotation establishes that astrological predictions should be based on true planetary positions and should also consider the precession of equinoxes. 100 It also includes a reference to astrologers who established these positions according to the mean motions of the planets, and this makes me wonder whether these astrologers were al-Dabbi and his contemporaries who, in order to calculate planetary positions in their horoscopes, may have used rules similar to those of Vettus Valens by which means mean positions of the outer planets could be obtained. 101

Finally, another quotation of the Alphonsine text may be of some use to establish 'Ubayd Allah's role in his edition of the Libro de las Cruzes:

Et bien auemos hata aque esplanado et departido esta razon desta yeute, maguer que ellos la digas muy bref et muy encerrada. Et doeto se pueden sutender todos sus duchos deste libro, ca ellos los dizen muy bref que non y fazen si non las figuras de las cruzes non mas. Di

This passage is clear to the reader of the book who can easily observe that the majority of the chapters contain a general rule (with the corresponding astrological forecast) and a development of it which, following apparently the principles of an ars combinatoria, establishes all possible cases to which the preceding rule can be applied. These developments occupy a considerable number of pages in the book as they amount — in the present state of the Alphonsine version — to 3505 combinations (called "constellationes" or "figuras" in the Castillian translation), if I am not mistaken. An idea about the primitive version of the text can be obtained by studying the Arabic text of Chapter VI of the Libra de las Cruzes, 100 in which the general rule is followed by only a short number of twenty examples in which the four "planets" consi-

^{99.} Libro de las Crussa, p. 10.

¹⁰⁰ Obscure references to the precession of the equinoxes appear in Chapter XI (p.68) of the Libro de fas Crussa, the author of which seems to be "Ubsyd Allah, although there are observations by "el transladador" (i.e. Yehudah b. Moshah). The passage in question is not clost and precessor seems often to be confused with allusions to combustion (quemason, ifuirdq, used here in its standard meaning (see above, in. 75).

O. Neugebauer, A History of Ancient Mathematical Astronomy (horeafter HAMA), (Berliu-Heidelberg-New York, 1975), pp. 793 ff.

^{102.} Libro de las Crases, p. 12.

^{103.} MS Encorial 916 £ 191r.

characteristic of the system of the crosses is, according to 'Ubayd Allah himself, that it considers planetary positions at a given moment, and does not refer to a previous date which could be, in the case of world astrology, the radix date of the great primitive conjunction or, in the case of a nativity horoscope, the date and hour of the subject's birth. ** The system is sound, although 'Ubayd Allah considers that predictions based on it should be confirmed by the use of "eastern" methods." It also seems that one of the modifications introduced by "Ubayd Allah in the primitive version of the book was a systematic elucidation of ambiguous presages. M The Alphonsine text establishes clearly, in the majority of cases, the king, people, or country affected by a given forecast," and this - according to "Ubayd Allah - did not appear in the first recension of the book. Another important passage of 'Ubayd Allah's prologue may give us a hint as to the methods used by the first Andalusian astrologers to calculate planetary positions before Eastern astronomical tables were introduced in Spain.** Thus, when he has commented on the conjunctions of 397/1006-07 and 459/1066-67, he adds:

Et estas comunctiones sobredichas fueron fechas et endreçadas segund las equationes nerdaderas, endreçando todos los monementos de los cuelos et endreçando todos los maperas de las equationes et de los monementos, que estas comunctiones non fueron fechas segund fazen los que non saben merificamentos de los fechos et de los poderes de los estrellas, de que manera parepen en el mundo de

96. Libro de les Cruzes, p. 5: "Et yo [= Oneydulla] falle este libro que fabla de las cruzes desta manere simple ment por si en las costellationes de las cruzes apartada ment, non tomando rayzes de consinction ninguna, um de resolution, si non por si spartada ment". This is often corrected by "Ubayd Allah in his revision of the text as, in order to establish clearly who is the king or country affected by a given presage, be frequently refers to the nativity horoscope of the king or the horoscope of his acression to the throne; see notes 96 and 97 below.

95 Libro de las Crases, p.5. "Mas estas costellationes de que en este libro fablamos, et son de lo que obrauan las yentes que nombramos antes destas ["estas" meaus Eastern astrologos] son mucho apoderadas esgnificationes, por que son puestas sobre grandes rayass et fuertes cymientos. Et el qui estas constellationes puisere en logar de rayass et de cymientos em los accidentes del minado, et de poe desto se audare de las sotilexas et de los departimientos que son manificatos en los libros destos etros sabies, puede 11egar a lo que quiere".

96. Libro de los Crussa, p.6 "Et yo [= Oueydalla] pare mientes en los indiçãos desta yente que iudgaban cou estas figuras, et m que en unas constellationes disian que significanan destruction de ray, et en otras constellationes disian que significanan destruction de los aduersarios del rey Et m que ação desto grande dubda, que manifienta cons es que qual rey quier que sen en qual quier partidad e la tierra, que se arm rey por aduersario en otra partida de la tierra. Et si el indicio fueses tomado generalment, caeremos en grande dubda. Et por esto cetudes en sus dichos et entendi dellos razones por salla desta dubda; et quero lo esplanar en este logar et mostrar la carrera de come se deum tomar estos indicios et estas significationes degunda les perteneçe, et de que menera se deuen posser en las constellationes de los compeccamentos".

97. In some cases (of for example Libro de los Cruses, Chapter X, pp. 59-55) "Ubayd Allâh seems to have emitted this kind of precision, but the Alphonsine text introduces an explanatory note which is often secribed to "ei transladedor", that is to Yehudah b. Moshch (see p. 53).

98. It seems that some kind of astronomical tables were known in al-Andalus in the first half of the 9th century, as they were used by Ibn al-Shamir and by Yahyā al-Ghazāl, cf. Vernet, "La maldición de Parfecto", p. 418.

in the Castilian. version if we accept that the beginning of the houses corresponds to the beginning of zodiacal signs. Thus, according to the dodekatopos, av which is used in the Libro de las Cruzes; as

Bayt al-hayā(t) ("house of life, "casa de la vida") = Ascendant = Gemini

Bayt al-tkhwa ("house of brothers", "casa de los hermanos")

= III = Leo

Bay: al-marad ("house of illness", "casa de la enfermedat") = VI = Scorpio

Bayt al-sacada ("house of happiness", "casa de los amigos") = XI = Aries

All this comes quite well into line with the chapter on astrological geography which, being probably an Alphonsine addition to the *Libro de las Cruzes*, establishes that the "sign of Spain" (i. c. its ascendant) is Gemini, according to Spanish and Egyptian astrologers, as well as Hermes."

Therefore the author of the revision was probably an Andalusian astrologer of the second half of the 11th century or the first half of the 12th This confirms the plausibility of Millas' identification of "Oueydalla el sabio". In this sense it is interesting to remark that Oueydalla's classification of peoples in Chapter II of the Libro de las Cruses operesents a number of similarities with the similar classification established by Şā'id in his Tabaqāt al-umam, which leads me to think that the latter work was one of Oueydalla's sources for that chapter. This would agree very well with 'Ubayd Allāh al-Istijī, who sent to Ṣā'id, from Cuenca, his work on "the projection of rays" (maṭāriḥ al-shu'ā'āt). Be might have received in exchange the latter's Tabaqāt al-umam.

What did 'Ubayd Allah do to the primitive version of the Libro de las Cruzes? The Alphonsine translation calls him "el esplanador", who found the original text, explained it, and rewrote it in its present shape.* The main

^{87.} Bouché-Leclercq, L'Astrologie Grecque, p.280.

Bil. Libro de las Cruses, p. 7.

^{90.} Libro de lus Cruzes, pp. 161-162. Cf. José A Sánchez Pérez, "El Libro de las Cruzes", Isiz, 14 (1930), 77-132, who established (pp. 124-125) the Alphoneme character of this chapter.

^{90.} Libro de las Cruzes, pp. 6-9.

^{91.} Sarid, Tobukāt, tr. Blachère, pp. 51-41

^{92.} Readle ft-liafeirds we-majdreb of she affect MS Escorial 939 (f. 9v-16v). The incipal establishes that the work is deducated to an inordentified mante and addi Abû'i-Qâsim. Cf. H. P. J. Rénaud, Catalogue, vol. II, fasc. 3, pp. 54-57, Vernet, "Tradicion e minovacion", p. 746.

^{93.} Libro de las Cruxes, p. 1. "Onde este nostro sennor sobredicho [i.e. King Alphonse] (...) falto el Libro de las Cruxes que fisseron los sabios antigos, que esplano Oueydalls el sabio...". Id. pp.167-168: "Dixo el esplanador deste libro. Aqu. es la fin de lo que fallamos deste Libro de las Cruxes, et todo lo esplanamos et lo deportiemos esgund al nostro entendemento la meior que gudiemos"

es lo que nombran estos sabas deste libro quemazon de les planetas.?®

3. A new edition of the Arabic text towards the end of the 11th century. The Alphonsine translation considers that the author of the book is a certain "Oueydalls et sabio" whom Millas" identified as Abū Marwān 'Ubayd Allāb b. Khalaf al-Istijī who lived in the time of qādi Şācid of Toledo (1029-1070) and corresponded with him." Vernet has confirmed this identification. The chronological limits of the work and of its author are, on one side, the conjunction of 459/1066-67 which is mentioned in the Alphonsine text, and, on the other, 1259, the date of the Alphonsine translation made by Yehudah b. Mosheh ha-Kohen and Johan Daspa. A careful reading of the book establishes clearly its Maghrebine, and probably Andalusian, character and this can be confirmed if we compare two passages of the Arabic and Castilian versions:

وادا رأيت المقاتل في بيت الحياة وهو برج gropriament quando esta quemason وادا رأيت المقاتل في بيت الحياة وهو برج الحيوزاء الأمن الاثنائي ⁵⁸

and again:

Et quando fusce Saturno en Scorpjo et el Sol en Leon, et Jupiter en Aries, et la Ca baça en Gemini [...].⁸⁸ واذا رأيت المقاتل في بيت المرض وهو العقرب، وكانت الشمس في بيت الاخوة وهو الإمد والمشتري في بيت السعادة وهو الكبش والتنبّ في بيت الحية وهو التومان⁸⁸

The explicit reference to al-Andalus in the first Arabic quotation is confirmed by the distribution of the houses which appear in the Arabic, but not

75. MS Escorial 916, f. 193r and v.

76. Libro de las Cruses, p.165. Chapter XI (p.68) contains a definition of quemadas which resembles the standard one, (a planet is quemada when it is placed in the some sign as the Sun), but this chapter seems an addition by the 11th c. editor "Uhayd Allah. See also below, n. 100.

77. Libro de las Grasse, pp. 1 and 5

78. José M. Millés Vallicross, "Sobre el autor del 'Libro de las Cruces", Al-Andalus, 5 (1940), 230-234; see also Isis, 19 (1933), 530.

79. Şa'id, *Tabakü*t, tr. Bluchère, pp. 153-154. See also p. 139, where he appears as "Abd Allah instead of "Ubayd Allah.

80. Vernet, "Tradición e innovación", pp. 745-746.

81. Libro de las Crussa, p.10.

82. Libro de las Cruces, p.168. On Yebudah b. Moshah of A. R. Nyki, "Libro Conplido en los Juixius de las Estrellas", Speculum, 29 (1954), 85-99; G. Hilty, "El libro conplido en los radizios de las estrellas", Al-Andalus, 20 (1955), 1-74.

83. MS Escarial 916, f. 193v.

84. Libro de las Cruses, p. 156.

85. MS Escorial 916, f. 194v.

86. Libro de las Cruses, p. 167.

bered for a long time in Northern Africa.¹⁰ The aspects considered are the usual ones in Hellenistic astrology (conjunction, opposition, quartile, and trine) — which had not been forgotten by the Isidorian tradition'¹ — but a new one seems to have been added, the "quemazon" (i/ttrāq "combustion") which is defined both in the Arabic and Castilian texts:

Et los quemantes disen ellos por las planetes quando fueren darramadas o quando fueren aiuntadas, et que sean todas o les mas dellas en los signos erechos, que sean los signos igneos et los acreos; que sean todas o las mas dellos en los signos insentes, que son los signos aqueos et los terreos, co quando las planetos todas o las mas dellas fueren en una partido destas, quier can siuntadas, quies darramadas, a estatal constellation dizen ellos quernantes.71

والمعترفة هي الكواكب التي تكون ما مجتمعة الم مقبرة أما في الدوج القديمة التي هي الدارية المؤديمة التي هي الدارية المؤديمة وهي الترابية والمؤينة قاذا مالت كلها او اكثرها في معترفة فاجما في التابعة او السائلة 18 منا في التابعة او السائلة 18

It seems evident from the previous quotation that ihitrāq does not have here its normal astrological meaning: there is combustion when all the planets considered, or the majority of them, are either in the fiery or airy triplicities or in the watery or earthly triplicities. Another passage, however, gives a more restrictive meaning of "quemazon" (the four "higher planets" are together in the same sign or scattered in the same triplicity):

p. 754) has established the position of the planets, according to al-Khwārizmī's Z(j, for the dates 2-V-579 and 31-V-978 at 1 p.m.; these are the dates on which al-Maugur b. Abi "Amir commenced two of his expeditions. In the first of these two horoscopes the moon has a longitude of 61;2° (the beginning of Gemint; it is easy to suppose a small error that would place the moon in Taurus), and in the second its longitude is 312;43° (Aquarus).

70. Al-Sakuni, "Uyūn, p. 165, and "Lahu", pp.178-179 tells an ancedete involving "Umar b. al-Khatihb who, being ready to depart for a ghassea, is teld by an astrologer, "Yo amir al-mu'minin, arbir hasta yaila" land-t-gamar".

71. The manuscripts of Isidore's Etymologies which belong to the "Spanish family" (according to Lindsay's terminology) contain an interpolation on "astrological geometry" which is indubitably Spanish, and was written before the Muslim invasion. Its drawings represent graphically conjunction, sextile, trins, quartile, and opposition. Of Jucques Fontaine. Isidore de Séville et la culture classique dans l'Expagne Wisigothque (Paris, 1959), vol. 1, pp. 398-407

72. MS Escorial 916, f. 190v.

73. Libro de las Cruses, p. 11.

74. Of al-Biruni's definition in The Book of Instruction in the Elements of the Art of Astrology, translation by R. Ramsay Wright (Loudon, 1934), p. 296: "If the superior planets and the inferior ones in the middle of the retrograde course exceed the minutes [16] of saymim all are said to be "multiorig", combined, until their distance from the sun is 60°.

the primitive version of this text was a sort of Kitāb al-amṭār wa-l-ascār ("Book on Rains and Prices"), the title given by the Moroccan astrologer of the 15th century al-Baqqār to his anthology of the Arabic Libro de las Cruzes. "S Nevertheless we should bear in mind that al-Baqqār bimself, when writing on al-Dabbi's urjūsa, says:

He composed an uriden in order to predict atmospheric conditions and vicessitudes of kings according to the ancient judiciary system often used in the Maghrib, that is the system of the crosses, in the time of si-Hakum [I], may God be pleased with him.

Therefore it is possible that the oldest version of the book also dealt with the problems of political astrology which form the bulk of the Alphonsine version; it may have contained much more than the group of chapters which I consider the more primitive ones, perhaps because these have kept their old structure fairly well.

A few remarks should be added concerning the more sophisticated astrological techniques used in the rest of the chapters which I have not considered so far. Horoscopes are established according to the position of the "planetas altas" (al-kawākib al-"ulwiyya, the "higher planets") or the "planetas pesadas" (al-darāri al-thiqāl, the "heavy planets") which are the outer planets (Saturn, Jupiter, Mars) and the Sun. Consideration is sometimes also given to the ascending and descending nodes as well as Mercury and the Moon. The latter "planet" is also used to establish the exact moment at which a given event is going to take place, and it plays an important role in the choice of the suspicious time for starting a military expedition. The rules established by El Libro de las Cruzes may have been applied by the court astrologers of al-Mansūr b. Abī "Āmir," and they also may have been remem-

⁶³ MS Escorial 916. f. 187v. The beginning of the Arabic text discovered by R. Muñon is similar: Báb al-as'ār 100-l-anjār "ald ra'y ahl al-yalib (MS Escorial 918, f. 12v). The concern for this kind of topic acquires a full sense in 8th sentury Spain. my friend Miquel Barceló has pointed out to me that long periods of dryness were common in the 8th century in the Therian Peninsula. Cf. Miquel Barcelo, "Les plagues de Hagost a la Corpetènia, 578-649..", in Estudia d'hatdria agrària 1 (1978), 67-84 (see apecially p. 68).

^{64,} MS Escorial 916, f 195r.

^{65.} MS Escocial 916, f. 190v; Libro de los Cruses, p. 5.

^{66.} MS Escorial 916, f. 13r, MS Escorial 916, f. 193r and v. Libro de las Crusss, p. 145.

⁶⁷ Cf., for example, Libro de los Crusse, pp. 146 and 149 (predictions based on the colour adopted by Mercary).

^{68.} Libro de las Cruzes, pp. 145-146.

⁶⁹ Libro de los Cruses, p.145 says that the moon should be in Taurus, Loo, Scorpio, or Aquarius when a military expedition starts moving to fight on enemy. Venuet ("Tradición o maguzación",

is again used in Chapter 6331 where the "planets" considered are Saturn and the ascending node, and in part of Chapter 64 where the author studies the consequences of a solar or lunar eclipse in the triplicities of water or earth, 45

So far the author of El Libro de los Cruzes has only taken into consideration zodiacal signs and triplicities, but not astrological houses and aspects which are generally used in the rest of the book and which imply a higher degree of sophistication in the technique of forecasting. We can also find a number of chapters in which both systems are combined and other planets, besides Jupiter and Saturn, are considered; such is the case with Chapters 25,44 26,45 45.44 and 6547 (triplicities and aspects), part of Chapter 3946 (signs and domicilia). Chapter 2869 and part of Chapter 3110 (houses and triplicities). Finally it seems interesting to comment that, in another set of chapters. 41 houses seem to be identified with zodiacal signs in such a way that we might suppose that one of the simplifications introduced by El Libro de las Cruzes - when compared to Hellenistic and Oriental astrology - would be to consider that the beginnings of houses coincide necessarily with the beginnings of zodiacal signs. 52

It seems to me that if we try to establish the chronology of this book, the first group of chapters considered (57, 60-4) seems to be the more primitive one. and some signs of this primitivism can perhaps be observed in other chapters in which zodiacal signs, instead of houses or combined with them, are still used. If we observe that the totality of the oldest material, as well as all the chapters the Arabic text of which remains, deal with meteorological (rain, drought) and economic (prices) predictions, we might be tempted to say that

- 51 Libro de las Cruses, p.164; MS Escorial 916, f. 192v.
- 52. We can had in the Libra de las Cruzes on echo of the uncient belief in the planetary character of the lunar nodes. See for example, p. 68, where the author considers at necessary to remark that the atorniting node does not have an apparent diameter like the other planets (. Mas la Cabeca non a lumbre porque non a diametro"). In as, obscure passage on the same page we also find a reference to the retrograde movements of the lunar nodes. On the planetary character of the lunar nodes, see W Hartner, "Le problème de la planète Kujd", Ortens-Occidens (Hildesheim, 1968), 268-286, and "The Pseudoplanetary Nodes of the Moon's Orbit su Hindu and Islanue leonographies', shid pp. 349-464
 - 53. Libro de las Cruses, pp. 164-165; MS Escortal 916, f. 1932
 - \$4. Libro de las Cruses, pp. 97-117.
 - 55. Libro de las Cruzes, pp. 117-118.
 - 36. Libro de las Cruses, pp. 149-151
 - 57. Libra de las Cruzes, pp. 165-167, MS Escorial 916, f. 194r and v.
 - 58. Libro de las Cruzes pp. 145-146.
 - 59. Libro de las Cruses pp. 118-119.
 - 60. Libro de las Cruses pp. 122-123.
- 61 Cf. Libro de las Cruses, Chapter 15 (pp. 76-80), 23 (pp.92-95), 24 (pp. 95-97); 33 (pp. 125-126), 34 (pp. 126-127), \$3 (pp. 127-128); \$6 (pp. 128-144), 48 (pp. 152-153).
- 62. On the division of the houses in Grock astrology of A. Bouché-Leclercq, L'Astrologie Greeque (Bruxelles, 1963 = Poris, 1899), pp. 276-288, 170-178. The identification between the beginnings of the boures and those of the zodiscal signs was also known by Arab astrologers, cf. E. S. Kennedy and D. Pingree, The Astrological Hustry of Macha'allah (Cambridge, Mass., 1971), p. 92.

tes en los cuerpos del mundo de generation et corruption, et autien significationes por soaccar los tempos en que compeçuian aquellos accidentes, et quanto duranan, et los tempos en que finauan, et soaccariones, et los tempos de las furiunas et de los bienos accidentes. Et esto todo departyan lo por grandes sotylexas et de muchos correras deste scientia de cuemo dan las planetas las fueras unas a otras, et de vuemo las receben unas e otras, et como recibes unas a otras, et de las otras cosas et de las planetas, et de sua accidentes segund que todo esto es deportido en los lebros de los parsoos et de los gregos, que todos estos consocanuo los indicios et las agnificationes desta scienta de todas estos correras sobredichas.⁴⁶

من دقايق هده المنم وتعرف حواله في الاستدلال على حسيم موجودات في عام الكون والعسد ومعرفة السيدي ها و الالتهاءات وكيت يرفع التميير بمصها على النحرير بمصها على يحص ويتس بمصها بمصا المحادات الموصوعة في حسيم احواله الموصوعة في والمهريين و الهابليس و المسارين و الهالمدين و الهابليس

It seems clear that there is a close correspondence between the Arabic and Castilian texts, although the latter seems more an amplification than a translation of the former. My purpose, in the rest of this paper, will be to try to establish the main lines of the history of this Libro de las Cruzes, which has the enormous interest of being the first astrological work to be used in al-Andalus. I think one should distinguish three main stages in the development of this work:

- 1. Latin original entirely unknown,
- 2. First Arabic version of the whole or part of the present text which should be dated towards the end of the 8th century. We have a good example of this stage in 39 verses taken from the final part of an urjūza written by the astrologer 'Abd al-Wahīd b. Ishāq al-Dabhī whom I have already mentioned in the time of al-Hakam I.⁴⁷ This fragment is a versification of Chapter 57 of the Alphonsine translation, and we also have an Arabic prose version of the same chapter. '6 Chapter 57 is narrowly related to Chapters 60 and 61 (the Arabic text of MS Escorial 916 amalgamates elements taken from both), '6 and also to Chapter 62. '60 All these chapters deal with the forecast of rain and drought, and their consequences: prices, agriculture, vegetation, illness, etc. The technique used for forecasting is extremely simple and it fits well a very primitive astrological system: only the position of Saturn and Jupiter in the four triplicities (air, water, earth, and fire) is considered, and the aforementioned chapters develop the possibilities of the system and study the presence of these two planets in the same or different triplicity. The same technique

^{45.} MS Escorial 916 f. 190r and v.

⁴⁶ Libro de las Cruzes, p.5 The underlined passages translate the Arabic text

^{67.} MS Escorial 916, f.195r and v. 196r

^{48.} Libro de los Cruzes, pp. 159-160; MS Esconal 916, I 191v-192r

⁴⁹ Libro de las Crupes, pp. 162-163; MS Escorial 916, f 192v, MS Escorial 918 f. 12v - 13c.

^{50.} Libra de las Cruzes, pp.163-164. MS Escorsal 918, f. 13r, MS Escorsal 916 f. 192r - 192v.

like to mention that jadual might refer to magic squares instead of astronomical tables, 37 and that I know nothing about the meaning of al-Kimma.

The conclusions I have been able to draw from the new evidence furnished by Ibn 'Abd Rabbihi are, therefore, rather scanty. The main literary sources to study the diffusion of astronomical and astrological literature are, still, Ibn Juliul for the 10th century and Sacid for the 11th. In this way we can be sure that both authors bear witness to the knowledge, in Spain, of Abū Ma'shar's Kitāb al-Ulūf.31 and that Sācid also knew Shādhān's Mudhākarāt,31 and probably Vettius Valens' Anthology.40 But these were not the first astrological works to be read and used in Muslim Spain. In a recent paper, Juan Vernet has described an Arabic manuscript from El Escorial which contains a collection of excerpts of the Arabic original of the Alphoneine Libro de las Cruzes. 11 Rafael Munoz has also found three new chapters of the same work in another manuscript of the same library, a On the other hand, Vernet has proved that the aforementioned Arabic text is based on the translation of a Latin astrological work which was known in Al-Andalus towards the end of the 8th or beginning of the 9th century.4 therefore being one more item in the long series of contacts between Isidorian-Latin and Arabic culture in Mushim Spain. One must remember that astrology was very much alive in the time of Isidore of Seville.44 It may be interesting to compare the Arabic and Castilian texts of a short passage taken from the first chapter of the work where the author clearly establishes that the system he uses to forecast future events is the one employed by ancient astrologers of Northern Africa and Spain who did not use the subtleties of Hellenistic and Oriental astrology:

at estos son los indicion generales et antigos, et son los tudanos que usauan los de las partidas de occidente del tempo antigo, el los de tierro de Affrica, el los de Barbarca el una partida de los rumanos de Espanna; todos estos salsan judgas por estas costellationes generales.

Mas los persios et los griegos aulan muchos sotilesos en esta scientio, et en depurtur les resonne della, et en sonnear les sus significationes, et de que guyan llegan et parecen sus fechos et sus acciden

أعل أن هده الطريقة والأحكام هي طريقة اهن المقرب و الزمان القدم اعى اهل الريقيه والبرابر وطايقة من العجم بالاندلس د لم يكن عده ما کان عبد انفرسی والیوبائیس

43. Vernet, "Tradición e innovacion", p. 747.

^{37.} H. P. J. Hénaud, "L origine du mot "almanach", Isis, 37 (1947), 45.

88. Ibn Juljul, Tabaqa, ed. F. Sayyid, pp. 2,5-6,9. Sa'id, Tabaka, rr. Blachère, p. 58. On the know-ledge of the Kudb al-Ulafin the West, cf. David Pingree, The Thousands of Abā Ma'shar (London, 1968), and Charles S. F. Burnett, "The Legend of the Three Hormes and Abû Ma'shar's Kudb al-Ulafin the Latin Middle Ages", Journal of the Warburg and Courtauld Institutes, 39 (1976), 231-234.

³⁹ Sa'id, Tobakā, tr. Blachère, pp. 81, 111.
40 Sa'id, Tabakāt, tr. Blachère, p. 87 In any case Vertus Valens Anthology was well known in the Maghrib in the 11th c. 11 is often quoted by Ibn Abi-l Rijāl in bis Kitāh al-bāri' fi njhām al-nujām, cf. C. Nallino, 'Ilm al-Falak, Ta'rikhu-hu 'inda-l-tarab fi-l-qurān al-wand (Rome, 1911), p. 195.
41 J. Vernet, "Tradición e innovación" (cf. n. 6), pp. 745-747
42. R. Muñoz has discovered the Arable text of Chapters 60, b), and 62 of the Libro de las Crussa

in ms. Escoral 918 f 12v-13r. I would like to thank him here, for I am using his unpublished edition and tranlation of this text.

^{44.} J. Fontaine, "Isidore de Seville et l'astrologie", Révue des Etudes Latines, 31 (1953), 271-300.

Where are the Zij, the Qānān, the Arkand and the Kimota

And where the false Sindhind and the Jadwal? is there in them

Anything but a lie against God — let Him be exalted — Who resurrects the dead?**

With these verses we must face the problem of the circulation of certain astrological and astronomical works in Muslim Spain in the first half of the 10th century. There is no problem, of course, concerning the Sindhind," but it is doubtful whether the Arkand10 was really known in al-Andalus at this time if we bear in mind that, one century later, a serious astronomer such as Şā'id of Toledo (1029-1070) seems to speak about it only on a secondhand basis. It Zij, Odnun, and Jadwal are difficult terms to interpret exactly; the three of them might be synonymous and have the general meaning of astronomical table, or refer to more specific significations. One might also consider whether, following Destombes' opinion, sij is the table itself whilst ganun is the set of justructions which indicate how to use the zii, having thus the same meaning as the Latin canones. 31 On the other hand it could be convenient to remember that both Ibn Juliul and Sa'id use the term Odnan when speaking about Ptolemy's Tables13 whilst Sacid also designates with the same word the Tables of Theon of Alexandria;16 therefore it is possible to conjecture that quain might refer to a set of Hellenistic tables, whilst sii might be the term used to designate tables of Indian, Persian, or Arab descent. It seems impossible to be more accurate, although we should think that the only set of tables whose knowledge is documented in al-Andalus in the 10th century is. apart from the Sindhind, al-Battani's Zij al-Sabi', 26 the original title of which was, probably, that indicated by Ibn al-Nadim and Ibn al-Oufti, Kitāb al-sij or just al-Zij.24 To end these remarks on Ibn 'Abd Rabbihi's verses, I would

28. Ibn Marsuq, Mushad, tr. Viguera p 364. I have been able to quote the Arabic text thanks to M. J. Viguera's generosity, also has provided me with photocopies of the proofs of her edition of the Mushad which is now being printed in Algiers, it is Miss Viguera berself who has suggested an improvement of her translation which I use here in my version of these three verses.

29 It was introduced in al-Andalus in the 9th c either by 'Abhās b. Firnās (see Elina Terés, "Abhās b. Firnās", 4l-Andalus, 25 (1966), 239-249) or by 'Abhās b. Nāsih (cf. E. Terés, "Abhās b. Nāsih poeta y qāḍi de Algorizas", Findes d'Unionialisme dédiées à la mémoire de Lévi-Provençal (Paris, 1962), vol. 1, pp. 339-358), Its history in Spain from the 10th r converds is fairly well known.

10. Brahmagupta's Khandakhddyaho, see David Pingree, "Brahmagupta", Dictionary of Scientific Biography (New York, 1970), vol. II, pp. 416-416; of also E. S. Koandy. The Exhaustive Treatist on Shadows by Abu'l-Rayhda Muhammad b. Ahmad al-Birāni (Aleppo, 1976), vol. I, pp. 181, 200; vol. II, p. 27.

31. Savid, Tabakat, tr. Blachire, p. 47.

See M. Destombes review of Kennedy's Survey of Islamic Astronomical Tables in Isis, 30 (1959),
 273.

33. Ibn Juljui, Tabaqdi al-ajibbd' wa-l-hukamd', ed. Fu'ad Sayyid (Cairo, 1955), pp. 35-36; Şa*id, Tabakdi, tr. Blachère, pp. 72-73.

34. Sa'id, Tobakdi, tr. Blachère p. 86.

35 Cf. J. Vernet's review of Ch. Pellat, Le Celendrier de Cordone in Oriena, 17 (1964), 284-286.

36. W. Hartner, "Al-Battani", Dictionary of Scientific Biography, (harvafter DSB) (New York, 1970), vol. I, p. 508.

He was satirized by one of them, Yahva al-Ghazal (ca 773-864), to In the 10th century the poet Ibn 'Abd Rabbihi is the author of a certain number of poems attacking astrological beliefs which show that, often at that time, an anti-astrological attitude was associated with an unscientific one. For example, when he addresses a certain number of reproaches to the astronomer Abū "Ubayda Muslim b. Ahmad al-Balansi he not only censures his behef in the influence of the planets on the earth, but he also seems to attack the sphericity of the universe and that of the earth, the fact that the latter can be considered as a point in the middle of space, and that the summer in the southern hemisphere corresponds to the winter in the northern one and vice versa. 10 The same kind of arguments will be used in the 13th century by the religious polemicist al-Sakūni" who, in two of his works, "Uvūn al-munāzarāt" and Lahn al-"awamm fima yata" allan be-"ulm al-kalam" considers contrary to the Muslim creed predictions based on planetary conjunctions, 44 on nativities, 26 and even the humble meteorological predictions based on the system of the anivarian which he regards as astrological. Nothing, of course, can be argued from the point of view of strict orthodoxy, but it seems rather surprising to find al-Sakūnī saying, on the basis of Qur'an 13,3 (Madda al-ard, "He extended the Earth") that the earth is flat.27

Confusion between astrology and astronomy is also evident in the following verses of Ibn 'Abd Rabbihi where he regards as astrological works what seems mainly to be a list of astronomical tables:

19 On al-Ghazal astrologer, of Juan Varnet, "I a maldicion de Perfecto", Prismata Naturwissen-schaftsgeschichtliche Studien Fesischrift far Willy Horiner (Wiesbaden, 1977), 417-418

20. Sh'id al-Andalusi, Kudb Jabakdi al-L mam (Livre des Catégories des Nations). Freuch translation by Régis Binchère, (Paris, 1935), pp. .23-124. At least three of these topics are extensively treated in the first book of Ptolemy's Almagest spherical motion of the heavens (1,2), the earth has a spherical form (1,3), and the earth is like a point in relation to colestial space (1,5). It seems that the Almagest was known to Muslama al-Majtifi of Sā'id. Tubakdi, tr. Blachère p. 129

21 Abn 'All 'Umar h. Muliammad al-Sakani, an author of Andalusian descent who lived in Tunis to the second half of the 13th cantary See notes 22 and 23.

23. Abû "Alî "Umar al-Sakûnî, Lahn al-'awamu fima yata'allan bi "ilm al-kalâm, ed Sa'd Churab in 22. Abû "Alî "Umar al-Sakûnî, "Uyan al-mundza rat ed Sh'd Churab, (Tunie, 1976)

Hawkiyysi al-Idmi"a ol-Tünisiyya, 12 (1975), 109-255. Cf. on this book J. D. Latham, "The content of the Lahn al-'awamm (ms. 2229, al-Maktaba ol-'abbahyyn ul-tünisiyys, Tonis) of Abu 'Ali 'Umar Muhammad b. Khalil ul-Sakünī ul-Ishbihi". I Congreso de Estudios Arabes v Islāmicos (Madrid, 1964), 293-307.

24. Sakūni, Lahn, p. 177.

25. Sekūnī, Lahn, p. 177; "Uyan, pp. 222-223.

26. Sakūnī, Lahn, pp. 178,179,182-184.

27. Sakūni. "Uvūn. pp. 300-301 (cf. also 247-248, and Lafin p. 183).

change of triplicity because it started in Leo (a sign of fire) and continued in Virgo (a sign of earth), " This last fact leads the historian Ibn 'Idhari" to remind us that the sign of Virgo was the lord (schiba) of Cordova and that the old sages of the city had placed a statue or some other kind of image (sura) representing this zodiacal sign on top of the southern door of the city, called Bab al-Oantara (door of the bridge).12 We have several astrological interpretations of this conjunction and they all agree in considering it as the warning sign of the end of the Caliphate and the beginning of the fitno; one of them is ascribed to the great astronomer Maslama al-Majritile who foretold a change of dynasty, rum, slaughter and famine; another interpretation can be read in the Alphonsine Libro de las Cruzes which states that this celestial warning implied the end of the leadership of the Arabs in Spain and the moment at which their role started to be played by Western people, Berbers and Christians.15 In any case the evidence furnished by historians shows in this case the existence of a number of astrologers in Cordova who discuss the event and its consequences.18 In the same way another anecdote told by Ibn cAbd Rabbihi (860-940) describes the meeting of a group of astrologers who cast the horoscope and make calculations which predict - unsuccessfully - that there will be no rain for a month's time.17

The important role played by astrologers in the court of the Banu Umayya in Cordova attracted the envy of both pious fuqahā' and court poets, who feared their influence in high official circles. Thus the faqih Yahyā b. Yahyā (d.849)" often attacked the poet-astrologers who surrounded 'Abd al-Rahmān II

11. On this conjunction see Juan Vernet, "Astrologia y política en la Córdoba del sigle X", Resista del Instituto de Estudios Islamicos en Madrid, 15 (1970), 91-100 (cf. especially p.93); La cultura hispano, arabe en Oriente y Occidente (Barcelona, 1978), p. 37.

 Ibn 'Idhārī al-Marrakushī, Al-Bayān al-Maghrib, ed. E. Léve-Provençal, (Paris, 1930), vol. III. 1, pp. 14-15.

13. On this door see Manuel Ocaās Jiménes, "Les poartes de la medina de Cárdoba", Al-Andalos, 3 (1935), 143-151 (cf. specially p. 144), Leopoldo Torres Balbas, Ciudodes hispano-masulmanos (Madrid, n. d.), vol. 2, p. 651; E. Lévi-Provençal, Espano Musulmano hasto la caida del Colifato de Cordoba (711-1931 de J.C.). Instituciones y rida social s intelectual, in "Historia de España", ed. by R. Manéndes Pidal, (Madrid, 1957), vol. V. p. 236. It seems that the aforementioned statue represented an ancient goddess who may have been identified by the Muslim population with the Virgin Mary.

14 Quoted by Ihn Idhāri (see above n. 12). On Maslama of, J. Vernet and A. Catalá - Lus abres matemáticas de Maslama de Madrid", Al-Andalus, 30 (1965), 15-45. Another interpretation of this conjunction in Ibn al-Khatib, Kitāb a māl ol a lām, ed. E. Lévi-Provencal, (Rabat, 1934), pp. 148-

149; on this text see the works by J. Vernet quoted in t. 11.

15 Alfouso el Sabjo, Libro de los Cruses, ed. Lloyd A. Kasten and Lawrence B. Kiddle, (Madzid-Madsson, 1961), pp. 9-10.

16. Ibn "Idhār" (see above n. 12) is positive about this. We kashura katām al-munajjimīn fihi we ondhorā bi-nehyā" "azīma kona al-nās "an-hā fi ghafle.

17. Ibn Maraiq, El Musned, hechos memorables de Aby-l-Hasan, sultan de los benimerines. Estudio, truducción, motación, indices anotados por María J Viguera, (Madrid, 1977), pp. 365-366.

18. Lévi-Proyençal, Espana Musulmana kasta la carda del Califato, val. 1V. p. 175.

not trust his answer because it will concern occult things which only God knows (idh kāna min ghayb Allāh alladhi ista'thara bihi). Nevertheless when al-Dabbi tells the amir that his reign will be lucky but that it will only last about eight years - quite a successful guess - Hishām accepts his prediction and consecrates the rest of his life to God's worship and good deeds because he has had a warning, undoubtedly coming from God, in al-Dabbi's words (ol-nadhir kallamani bi lisanika). Another anecdate, studied by Terés, reflects again the atmosphere of court astrology and it has the interest of having been found, much later, in the East. The amir. 'Abd al-Rahman II (822-852), talks to his poet-astrologer Ibn al-Shamir in one of the rooms of his palace and asks him through which of its doors he will go out. The astrologer casts the horoscope and writes down his conclusions inside an envelope which he seals afterwards. Then 'Abd al-Rahman orders a new door to be opened in the western wall of the room and he goes out through it; in his report Ibn al-Shamir had written exactly what the amir was going to do. Much later Nizāmī "Arūdī Samarqaudī tells the same story, but the characters involved are al-Biruni and Mahmud of Ghazna,7

Celestial phenomena and catastrophical events attracted quite often the attention of both historians and astrologers who, thus, seem to play a prominent role in society not restricted, as in the examples previously considered, to the court. Thus, if an historian such as Ibn Hayyān is interested in a total lunar eclipse which took place on Monday, 14th Dhū-l-hijja 362 (15th September 973)⁸ or by the apparition of a great and very bright star moving towards the north on Wednesday, 21 Ramadān 362 (25 July 973),⁹ one may easily imagine the concern of professional astrologers with a conjunction of Saturn and Jupiter¹⁰ which took place in 397/1006-07 and which implied a

- 5. This is a classical argument against astrology. The Moroccan astrologer of the 18th century Abū "Abā Alāh al-Baṣṇār, who compiled an anthology of the Libro de las Cruses which is preserved in manuscript 916 of the Library of Et Escared, refutes the argument, he says that astrology does not pretend to have a knowledge of occult things (al-ghayb) because "this al-ghayb is the knowledge of the future without any clues, causes, or reasons, thus being reserved to Goil. See the aforementanced Escorial manuscript, f. 188c. On al-Baqqāc and his authology see Juan Vernet, "Tradicion e unovacion en la ciencia medieval", Oriente a Occidente nel Mediovov. Filosofia a Scienza, Accademia Nazionale del Lincoi (Roma, 1971), pp. 741-757.
- Elias Tarés, "Ibn ai-Samir, poeta-astrologo en la corte de "Abd al Rahmān II". Al-Andelus, 24 (1959), 449-463.
- Nigāmi "Arūdi Samarqandi, Chohār Maqdio. Arabic translation by "Abd al-Wabhah "Assam and Yahyā al-Khashshāb, notes by Muhammad h. "Abd al-Wabhāb al-Qazwini (Curo, 1949), pp. 64-65.
- B. Ibn Hayyan, Al-Muqtabis fi akhbār balad al-Andalus ed. "Alid al-Rahman "Ali al-Hayji (Beirut, 1965), p. 138, see the Spanish translation by Emilio Garcia Gémez, El Califato de Cordoba en el "Muqtabis" de Ibn Hayyan, Anales Palannos del Califa de Cordoba ul-Hakam II, par "leà ibn Ahmad al-Rāsi (Madrid, 1967), p. 172.
 - 9. Ibn Hayyan, Muqtabis, ed. al-Hajji, p. 118, translation by Gercie Gómez, p. 151.
 - 10. Ibn 'Idhar' pretends that it was a conjunction of the seven planets. See note 12.

The Early Development of Astrology in al-Andalus

JULIO SAMEO*

A L-MAQQARI QUOTES A LONG SERIES of remarks by Ibn Sacid al-Maghribi (1213-1286) on the development of the different branches of knowledge in Muslim Spain, Among them we find the following:

All sciences are well considered and studied in al-Andalus, except philosophy and astrology (sunjim), but these two sciences deeply interest seasteersts who do not show towards them the same fear plebelans seem to feel. For whenever people say about a mass "So and so reads philosophy", or "he works in astrology", he will be considered a heretic (andig), his sparit will be chained, and if he makes a mostake he will be attored to death or humt before news obout him reaches the sultan, or it will be perhaps the sultan himself who orders him to be killed so as to gain the favour of the mab. Quite often their kings are the ones who orden the burning of books concerning these subjects when they find them and thus in the way al-Managur b Abi 'Amir [976-981]1 tried to get near to the hearts of his subjects when he started to promote himself although in secret he still cultivated these sciences, according to al-flyars, but God knows best."

Ibn Sacid's words summarize clearly what we could pompously call "the place of astrology in Andalusian society until the end of the Caliphate" (1031), thus covering the period I am mainly concerned with in this paper. The importance of professional astrologers among the governing classes seems a well established fact. The Umayyad sovereigns had an official astrologer appointed to their court since the times of al-Hakam I (796-822). An anecdote, also preserved by al-Maqqari, shows the credit enjoyed by the astrologer al-Dabbi with such an orthodox amir as Hisham I (788-796), who summoned him to his court immediately after his accession to the throne. Al-Dabbi came to Cordova from Algeeiras and the dialogue between these two characters is quite interesting because it shows Hisham's efforts to make his religious beliefs consistent with his curiosity to know al-Dabbi's prediction of the future of his reign; he, of course, asserts that, in spite of his questions to the astrologer, he does

Universided Anténome de Bercelona, Familiad de Letras, Belisterra, Bercelona, Spain. This
paper is mainly a development of works published by my master, Juan Vernet (University of Barcelona).
 He bas provided the bulk of the materials used here, as well as generous advice and corrections. I
would also like to thank my friend Mass Elma Montealegre, who corrected the English version of this
paper.

¹ This is a reference to the partial burning of the library of al-Hakam II by al-Manadr b. Abl

^{2.} Al-Mauquari, Nafh al-jib, ed R. Dosy (Leiden, 1855-1861), vol. I, p. 136; ed. Muljammad Mulyi al-Din 'Abd al-Hamid (Carro, 1367/1949), vol. I, pp. 205-206

E. Lévi-Provençal, Espana Musulmons hasta la casta del Califato de Cardoba (711-1031 de J.C.).
 In Historia de Espana, ed by Ramon Monéndez Pidal, vol. IV (Mudrid, 1957), p. 93.

⁴ Maggari, Na/k, ed. Doxy, vol. I, p. 216; ed 'Abd al-Hamid, vol. I, p. 314.

than a_s , his multiplying of both sides of expression (2) by $w \cot h$, and his consolidating of 1 and 2 to avoid having to square a trinominal.

It is not difficult to show that when $a=90^\circ$ the algorism of Section 2.3 reduces to that of 2.1. Quite possibly kāshi first posed for himself the problem with the meridian wall. Having solved it, he may then have set and solved the general case by using essentially the same technique.

Bibliography

- Al Battani and Albatean Opus Astronomicum, edited and translated by C. A. Nallino, 3 vols. (Milna, 1899-1997).
- Brahmagupta, The Khondakhādyako, translated by Probadh Chandes Sengupta, (University of Calcutta, 1934).
- The article on al-Kashi in the Dictionary of Scientific Biography (New York: Charles Scribner's Sons, 1970-76).

From the substitution just made, $\alpha = \alpha - \sigma_s$, whence (1) becomes

(4)
$$d = w \cot h \sin \pi.$$

Make use of this in the first term on the right-hand side of (3) to write

$$n \cot h \cos u = d \cot a + w \tan \varphi \csc a - (\sin \omega \csc a)$$
 (w \csc h).

Now invoke the definitions of the buildface symbols of Section 2.3 above to obtain

(5)
$$w \cot h \cos \alpha = 1 + 2 - 3x = 4 - 3x$$
,

together with

(4)
$$w \cot h \sin a = d$$
.

Square both sides of (5) and (4) and add the results, obtaining

$$iv^2 \cot^2 h = (4-3)^2 + d^3.$$

Replacing $\cot^k h$ in the above by $\operatorname{Cac}^k h$ 1. and recalling that $w \csc h = x$, we obtain

or
$$x^{3} - w^{2} = 4^{2} - 2 \cdot 3 \cdot 4 x + 3^{3} x^{2} + d^{3},$$
or
$$(1 - 3^{3}) x^{2} + 2 \cdot 3 \cdot 4 x = 4^{3} + w^{2} + d^{3},$$
or
$$x^{2} + 2 \cdot \frac{3 \cdot 4}{5} x = \frac{4^{2} + w^{2} + d^{3}}{5}$$
or
$$x^{3} + 2 \cdot 6 x = 7.$$

The positive root of this quadratic is

$$x = w \csc h = \operatorname{Csc}_w h = \sqrt{6^2 + 7} - 6,$$

as Kāshi claims.

5. Remarks

Since in our demonstration the boldface symbols appear in precisely the order in which Kāshī constructs them in the text, it is reasonably certain that the procedure eventually worked out by us follows essentially the course he took a half millenium before. The expression (1) can be thought of as

$$d = f_1(h, a_i),$$

and (2) as

$$a_n = f_n(h)$$
,

the second to be used to eliminate the a, from the first in order to produce a relation solvable for h. This indeed can be done, but the algebraic and trigonometric manipulations entailed are very involved.

Kāshī's astuteness is evidenced by his decision to work with $a - a_s$ rather

plane. The horizontal projection of S to S' gives the solar altitude, h. The four lines drawn heavily on the figure make up two pairs of corresponding lines (altitude and base) of the similar triangles DBT and AST. Hence

$$Sin h / Sin \omega = w / (w \tan \varphi - d),$$

which is equivalent to Käshi's rule at 187v-19.

4. Validity of the General Algorism

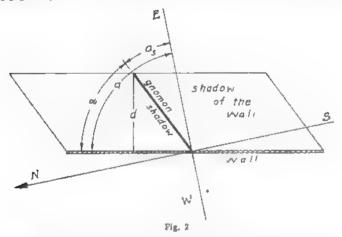
We seek a relation giving $\operatorname{Csc}_w h = w \operatorname{csc} h = x$, say, in terms of d, w, a, ϕ , and δ (or ω). Figure 2 shows a typical situation with the wall and its shadow projected on the horizon plane. Clearly

(1)
$$d = w \cot h \sin (a - a_x),$$

An expression giving a_s as a function of h and the parameters named above

(2)
$$\sin a_h = \frac{1}{\cos h} \left(\sin h \tan \varphi - \frac{\sin \delta}{\cos \varphi} \right).$$

This was regularly applied by the Islamic astronomers, for example in the zij of al-Battāni ([1], vol. 3, pp. 33, 34). It is given by Kāshi, using, of course the medieval functions, at f. 169v:5-15. The formula is probably of Indian origin (cf. [2], p. 181).



Multiply both sides of it by $w \cot h$ and replace a, by a - a to obtain $w \cot h (\sin a \cos a - \cos a \sin a) = w \tan \phi - w \csc h \sin \omega$,

OT

(3) $w \cot h \cos \alpha = w \cot h \sin \alpha \cot \alpha + u \tan \phi \csc \alpha - w \csc h \sin \omega \csc \alpha$

(188r:12)
$$(4^{n} + w^{n} + d^{n}) / 5 = 7$$
 Finally,

(188r:19)
$$\sqrt{6^4 + 7} = 6 = \text{Csc}_w h.$$

[Here again, the lack of negative numbers forces Käshl to give variants for the procedure].

3. Validity of the East-West Wall Rule

The general procedure breaks down when a=0, for then 1=d cot a does not exist. Neither does 2, for it has Sin a=0 in the denominator. The same goes for 3, and the succeeding steps make use of 1, 2, and 3.

Hence Käshi uses a different approach, the legitimacy of which is demonstrated by use of the analemma of Figure 1. This shows the situation as projected on the meridian plane. The planes of the wall, the celestial equator, and the sun's day circle are all perpendicular to it, hence their projections are the straight lines shown. Let BT be the projection of those rays of the sun which strike the top of the wall. Then, since the sun is always on its day circle, its intersection (S) with BT produced is the projection of the sun on the meridian

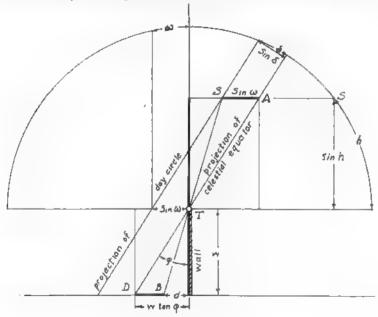


Fig. 1

ت دو رم دارن فا بربران الم فنم جارم كا مودواده مع مود

وأبر وصدر تجربه كمريم ومحفوط حداره ران مف الأكورا سيقط اود والركعوكم م حوم كر سط دوا مدسط داره ادعان كر كرود دران ما إساء وي

Al-Kāshī's Impractical Method of Determining the Solar Altitude

E. S. KENNEDY* AND M.-TH. DEBARNOT**

1. Introduction

The main fame of the Iranian scientist Jamshid Ghiyath al-Din al-Kāshi (fl. 1400) rests upon his achievements in computational mathematics. (See [3] in the bibliography at the end of the paper). The problem here described may add slightly to his mathematical stature, but it involves the algebraic manipulation of trigonometric relations, not computation as such.

Kāshî's Persian astronomical handbook, the Zij-i khāqānī, is composed of six treatises. Of these, the last two are completely astrological, the fifth being given over to observational techniques for determining the horoscope at a given time and locality. For this, the commonest method is to observe the altitude of a celestial body, and then to run through a set of calculations.

But Kāshi proposes alternatively to measure the width of the shadow cast by a wall, and from this to calculate the sun's altitude at the time. The method is ludicrously impractical, since, in addition to the local latitude and the solar declination, the azimuth of the wall is required for the calculation. And to determine it is much more difficult than to observe the solar altitude directly and be done with it. Clearly he was intrigued by the mathematical problem presented.

In Sections 2.1, 2.2, and 2.3 below we give his rules for (1) an east-west wall, (2) a north-south wall, and (3) the general case, respectively. These are taken from two pages of the text (ff. 187v, 188r), reproduced in facsimile on pages 220 and 221, by kind permission of the Director, India Office I ibrary and Records. They are from the India Office copy of the zij, MS 430 (Ethé 2232). To identify passages from the text we give in parentheses the folio and line number separated by a colon.

Kāshī was justifiably proud of his solution. In general, he gives proofs for all his rules. For this, however, he says (196v-17-22) he has written the demonstration in a separate study. Let the reader of the zīj try for himself in order to appreciate its difficulty, for once a demonstration is made known it seems easy.

The missing proof is probably not extent, and we were thrown upon our

^{*} Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, Aleppo, Syria-

^{**} Pensionnaire à l'Institut Français d'Etudes Arabes de Damas, resident at the Institute for the History of Arabic Science.

able Chinese origin and a rather more certain Islamic transmission to the west. The Liber Igneum manuscript shows clear traces of Arab origins and influence. Islam had the paper and the favorable climate which together appear to be important in the reliable performance of primitive gunpowder. Partington has concluded that saltpeter was probably an Arab discovery. Details regarding fuse construction are found in Arabic sources rather than in Bacon. There is pictorial evidence which suggests an association between Arab peoples and the early use of guns in Europe. And finally, it is only in Hasan al-Rammáh that clear textual linkages with the Chinese chemical tradition are found. These include the organization of the formulas into ratios which assume ten units of saltpeter as the fundamental number, and the use of clearly Chinese terminology. Thus there is substantial evidence to indicate that the role of Arab chemistry in bringing the knowledge of gunpowder to Western Europe was a fundamental one.

76. Partington, Greek Fire, pp. 202-3.

APPENDIX. Tabulated Experimental Results

FIRECRACKER TESTS

		1 44	THURSDAY AND I	E-		
Type	s of Reactions	Powder Formulas Tested				
		9:1:3	6:1;2	20:7:3	7:5:5	
ī	Explosion,	1,2,3,4,5, 6,7,8,9,10	1,2,3,4,5, 6,7,8,9,10	5,6,8,9. 10		
1.1	Rocket offent.			1,2,3,4,7		
III	Smoky combuttion.				8,9,10	
IV	No combustion	9-			1.2.3.4.5.6.7	

The Arabic numerals denote individual tests, ten of each bring done for each powder fetrauls. Explosions were characterized by sound, by tending of the firecracker rate, and by its physical displacement. Rocket effects were characterized by the emission of a column of fire through the fuse hole of the firecracker case. Part of the time the case was moved by the resulting reaction forces from its original partial burnel to said. Smoky combinations emitted to fire, but only a jet of sincke indicating a rate of burning fosts esough to produce pressures made the cose which were significantly greater than those of the annosphere, but manifecterily great to eject portions of the charge while they were still sflame. In all three of the tests in this category, the 7.5-5 powder was wet-mixed, a procedure not developed until after Bacon's time.

SIMULATED VIREARM TESTS

	STWOTHIED	MARKET		
Types of Reactions			Peneder Formulas Testes	
	9:1:3	6:1:2	20:7:3 7 5.5	
Wad displaced in barrel H Smoke or flame	1,8,4,5. 7,8,9 2,6,10			
from vant hole 111 No combustion	2	1,2,3,4,5	1,2,3,4,5 6,7,8,9,10 6,7,8,9,10	

The Arabic numbers denote individual tests, for of each being done for each powder formula. In three of the class I reactions the wad was blown from the end of the barrel with a mild popping sound. In the remaining four trials it was brailly pushed up the barrel a few millimeters, sometimes being charred on one side where the powder gases had rushed past it. In Class II reactions all the gases evolved by the charge escaped through the barrel vent, the wid being unmoved. In Class III results the payder foiled to ignite.

uncommon commodity in Europe, hardly the sort of material to use in the making of childrens' toys. Parchment was even more costly. Hence it appears once more that Bacon's powder texts may be a not altogether complete report of developments occurring elsewhere. In sharp contrast, paper had been in use in Islam since at least the mid 8th century and was by now quite cheap there. If in fact primitive explosive powders burned better in paper than in metals, this strengthens the likelihood that their discovery was more probably made by Arab than by European chemists.

If the container material is indeed a crucial factor, then the failure of the authors to test the Bacon powder in parchment becomes more serious than might otherwise be the case. Since we could not find any authentic parchment for testing, this aspect of the matter remains to be done, and the outcome might affect our conclusions.

If the factor of atmospheric conditions, particularly humidity, was the problem in the mortar tests, a pro-Arab conclusion again follows. Even in the Middle Ages there was a clear climatic difference between the fogs and rains of northern and western Europe, and the summer, drier lands held by Islam. This appears to have been especially true in the thirteenth century.

In summary there appear to be many reasons why Bacon's role in the history of explosive chemistry should be de-emphasized. It cannot be shown that his writing antedates the Liber Igneum recipes, and there are substantial reasons for doubting that this is go. Bacon wrote his powder formula in code, and this code was not deciphered until the early twentieth century. Even now there is room for doubting the solution, as one of his passages still resists deciphering. He stated that the use of explosive powder in childrens' toys was already widely known in other lands. He does not provide instructions for the purification of potassium nitrate that are as complete as those of the Arab tradition, even if a favorable construction is placed on the cryptic chapter where these directions occur. There is no evidence, as there is with the best Liber Igneum recipes, that contemporaries knew and used his ratios, at least as Hime and Newbold have decoded these. And finally, in experimental tests, the Bacon-Hime powder has proven a failure. Even if a new and more functional formula could be gotten from Bacon's code, the other objections would remain.

Thus it seems unfortunate that Hime and Partington undervalued the best of the Liber Ignsum recepes, and praised instead the researches of their countryman. There remain many unsolved questions regarding the origin and early history of gunpowder, but the balance now seems to incline in favor of a prob-

^{73.} Ibid., pp. 35-6.

^{74.} Ibid., p. 34.

^{75.} H. H. Lamb, Climate Present Past and Future Landon. (Methuan and Co., 1944), 11, pp. 424-473, especially pp. 428n and 439; C. E. P. Brooks, Climate Through the Ages (New York Dover Publications, 1970), Part III, Chapters XVIII-XX, especially pp. 305-6, 319-23, 330, 337, and 339.

Is there something about an environment made of paper which is more conducive to explosive burning of these mixtures than one made of metal? Is the placement of the air space the critical factor? Is there some hidden or unknown meaning, involving an air space or the powder ramming procedure, to the small diameter breech chambers shown on many of the earliest surviving pictures of cannon and small arms? Or could atmospheric factors have made the difference, all the mortar tests being run on the same day.

In evaluating this last factor, the main support for such an interpretation comes from the superior performance of the 20:7:3 powder, which with 10 percent chargoal had the lowest ratio of this ingredient by far of the four powders, the others containing from 22.5 to 30 percent. And yet in this case the sun drying of the powder proceeded as it had done in the firecracker tests, so that there must be some further explanatory factor. The failure of the Liber Igneum powders to maintain in the mortar tests their clear firecracker superiority over the 7:5:5 Bacon-Hime powder points in the same direction. And finally sample charges of Liber Igneum powder which did not ignite in the mortar exploded satisfactorily when repacked into a paper cracker. (These explosions were not counted in the enumeration given above).

Thus, while the authors have not been able to identify the variable which caused the failure of most of the mortar tests, these at least help to justify the delay shown in the history of explosives between the realization that certain powder mixtures would explode, and the use of these mixtures in guns."

Further work is obviously required. As the mortar tests stand, however, they can yield one further jusight of possible importance.

It is notable that all the non-Chinese thirteenth century powder manuscripts speak of the use of explosives in paper or parchment containers. Uncontroverted evidence for the existence of guns, on the other hand, does not appear until the fourteenth century. Since our experiments reveal some sort of factor which prevented our powder mixtures from performing as well in metal pressure vessels as in paper ones, it becomes important to note that in the thirteenth century paper was a relatively scarce commodity in Christendom. Its manufacture in Europe did not begin until the mid-thirteenth century, and it did not become commonplace until rags began to be used in its manufacture in the succeeding century.\(^{78}\) Hence in Bacon's time paper was an expensive and

^{70.} As for instance in Konrad Kyeser aus Eichstätt, Bellefortis, dating from about 1404, or the Husartenkrieg Handschrift of about 1430. For a discussion of these and other early military manuscripts see Bertrand Gille, Engineers of the Renaissance (Cambridge, Mass., M.I.T. Press, 1966).

^{71.} Chinese, Mongolian, or Islamic uses of gunpowder appear to date from the twelfth century or even earlier. The first datable illustration of a gun comes from the Walter Milenette menuscript of about 1326. An Arabic manuscript of the fifteenth century, which may derive from an early thirteenth century original shows a gun with a ball being thrown from its month, but the dating is disputed. See Partington, Greek Firs, pp. 204-6, and fig. 10.

⁷² Blum, Origin of Poper, pp. 22-33.

than does the firecracker. Accordingly, this was done. Model mortars were constructed of steel pipe, closed at the breech by a threaded cap, the pipes being 150 millimeters long and 19 millimeters in internal diameter. The caps were drilled with ignition holes of 3.2 millimeters diameter, the smallest which would function reliably with our mixtures. Ignition was done by wooden matches, red but iron, and with fuses made as described above. Thus these mortars were very similar in size and shape to the earliest surviving hand cannon.

To load the mortars a charge of powder of about 1.25 grams was used for all formulas. It was not weighed each time, but determined by stricken measure. This charge was rammed well into the base of the breech can in obedience to the traditional instructions regarding the best handling of serpentine powder. reinforced by Williams' more recent experience.48 Meantime the barrel of the mortar was prepared by ramming a wad of crumpled newspaper down its length until the wad reached to within about 15 millimeters of the threaded end. This meant that when the cap was serewed onto the barrel an air space of slightly greater than this height was left between the wad and the powder charge. Notice that this arrangement varied somewhat from that of the firecracker configuration, for in the latter the fuse was able to burn in an air space before reaching the powder, whereas in the mortar the flame had to burn through the powder before reaching the airspace. This consideration may account for some of the variation between the two series of tests, but it seems unwise to make it the sole explanatory factor. For anyone interested in duplicating our experiments and extending the results, we would suggest closing the breech of the barrel with a plug containing a small diameter chamber loaded in some way as to preserve an air space around the fuse even after the charge has been rammed. Perhaps this would give better results than we obtained.

The mortar tests were run in parallel to the firecracker tests, ten shots with each of the same powder formulas being tried. Only the powder made according to the Newbold formula gave any successes, and these were not uniform. In seven of its ignitions the powder either burned with enough speed to expel the wad with a mild popping sound, or at least jetted flame and fire past the wad with sufficient force to move it from its original place or burn a portion of it. In the remaining three trials, the gas and flame simply jetted out the vent hole, nothing else being accomplished.

In none of the three remaining series of tests were the authors able to make the powders perform at all reliably. In most cases they resisted repeated attempts to light them. 95 Why this should be remains something of a mystery.

^{68.} See note 64 above.

^{69.} If the ignition was attempted by tricking loose powder down into the vent hole, this mose powder would harn and then the reaction would stop leaving the main charge intact. If ignition was done by thrusting a red but wire into the vent hole, nothing at all would happen. Fuses would burn down to the main charge and then go out.

residue on the inside. This provided additional evidence that the Liber Igneum powders had burned much more rapidly and thoroughly than the Bacon-Hime mixture. Hence Hime's belief that the explosions described in Liber Igneum were due to the slow buildup of pressure inside the case fails for this reason also.

Open air burning of the Liber Igneum powders further confirmed this view. The best instances of these tests displayed burning times of less than three seconds, and the longest burns needed less than five seconds. The flames were of a lighter red, verging on white. In a good ignition the individual sparks would coalesce into a single central column of fire. The burning would be continuous, rather than sputtering, and would often be accompanied with a hissing or rushing sound. The smoke volume was lower, the remaining residue less, and of a lighter gray color. Generally ignition was accomplished easily with a wooden match, smouldering fuse, or red-hot iron.

The powder having a ratio 20:7:3 displayed characteristics intermediate between those of Liber Igneum and Bacon-Hime This is gratifying, because as was stated above it was based on Newbold's interpretation of Bacon's anagram, and was chosen, in spite of the flaws in Newbold's approach, admitted both by himself and his editor, because of its closeness to modern powder ratios. With a 66 percent saltpeter content it contained nearly as much as nineteenth century Russian blasting powder, and 6 percent more than Austrian mining powder of the same era. But obviously it has too much sulfur and too little charcoal. In half the tests it did not explode but merely burned rapidly, usually emitting a jet of fire like a rocket. In one instance the bottom of the case was opened by the charge, but whether this was done by gas pressure or merely by the cutting of the flame jet could not be determined by examining the case.

It follows straightforwardly from these tests that the Bacon-Hime powder does not appear to measure up to the claims which have often been made for it. But since Hime may not have interpreted Bacon's anagram correctly, an element of doubt remains as to whether it was Bacon or Hime who appears to have unjustly occupied a place of importance in the history of chemistry. Since Newbold's interpretation of Bacon's formula also appears to function less well than the Liber Igneum mixtures, the authors are inclined to assume that the Arabic tradition of powder transmission is the much more probable one. But since some future student may devise a more functional interpretation of Bacon's cypher, it seemed well to attempt to find other ways in which to compare the English and Arabic accounts of gunpowder origin.

Obviously one way of doing this is to try the ancient powder recipes in a testing arrangement which more closely duplicates the situation of a firearm

^{66.} Partington, Greek Fire, p. 326-7.

^{6?} Fire was emitted in three of the five non-explosions, and jets of smoke only in the remaining two instances.

Several further observations indicate that the Bacon-Hime powder contained an excess of charcoal and a deficiency of potassium nitrate. In comparison with Liber Igneum powder it produced more smoke, of a darker and denser quality, and left more sooty residue behind when the burning ceased. It absorbed moisture much more readily When stored under conditions of high humidity together with Liber Igneum powders and then dried in the sun in glass containers with lide placed loosely atop, the Bacon-Hime powder would cover the inside of its jar with a white condensation which completely fogged the side of the jars, rendering the powder within invisible. The Liber Igneum powder would emit only enough water to condense here and there into droplets on the glass. Obviously the high percentage of charcoal in the Bacon-Hime powder had made it much more hygroscopic.

This being the case, it is worth noting that the tests were conducted under temperature and weather conditions which were held as nearly constant from one powder batch to another as was practicable. Temperatures during the tests ranged from 70 to 89 degrees Fahrenheit, and humidity from 68 to 80 percent. ** After days of rain or very high humidity, the powder ingredients were oven dried separately at 107 degrees Celsius for half an hour before mixing. Mixed powder stored overnight or longer was spread out in the sun for half an hour,

Again referring to the table, it can be seen that the two Liber Igneum powders both performed satisfactorily in the firecracker tests. In no case out of the twenty tests (ten of each formula) did the result fall short of explosion. One of the crackers charged with 6:1:2 powder required relighting a second time, and one of the 9:1:3 crackers required two relightings. These failures, however, may have been due to the fuses. In contrast, some of the 7:5:5 crackers were re-fused as many as five times without successful ignition.

The explosive reaction was registered in various ways. Sometimes the wooden plug was blown from the case. At other times the case end was blown off, or a hole was toru in one side of the tube. The plugs were blown as high as six meters, in the authors' estimation, and case fragments were thrown as far as eight meters from the ignition site. The noise of the explosion might best be described as a pop, a boom, or a roar, rather than a sharp, violent crack. In comparison with modern firecrackers, containing only 100 milligrams of powder the Liber Igneum crackers were much less noisy. Thus, while their powder is much more functional than that of the Bacon-Hime formula, it is by no means of modern strength.

In comparing the salvaged casings left behind after the Liber Igneum explosions with those left after the wet-mixed Bacon-Hime burns, it was noticed that the Liber Igneum cases were much less charred and much less coated with

⁶⁵ Testing was done in West Lafayette, Indiana, during June, July, and August of 1978.

cylinders bent into a sig-rag shape, et Called English Crackers, or grasshoppers in England, these folded crackers are used as toys by children, reminding one that in Bacon's time this was already true in "diverse parts of the world". Lit at one end, they give a separate explosion each time the flame burns through a bend in the tube. When fired on the ground they leap up at each blast, hence the name grasshoppers. Their oldest description in writing goes back to the 1630s. 48 These bent or folded crackers hence perhaps offer another instance of western European indebtedness to the Liber Imneum tradition.

In charging the crackers the authors settled on a uniform charge of 1.3 grams. As Bacon specified that an sir space should be left inside the case, (which was about the size of man's thumb, and to be filled half full), an air space about 12 millimeters long was left inside the case between the base of the wooden plug and the top of the charge. The charge was rammed well down into the tied-off end of the case in obedience to the traditional instructions regarding the handling of uncorned powder." Thus part of the pressure contributing to the expulsion of the fuse came from the heating of the air in this anace.

As can be seen from the first of the two tables appended to this paper, the powder prepared according to the formula which Hime published as the solution to Bacon's anagram fell far short of his claims made for it. Out of ten attempts, using the firecracker arrangement just described, seven did not ignite at all. In the case of the three charges which did burn to some degree. these were all three specially propared charges, wet-mixed in an attempt to give the Hime-Bacon ratio an even greater chance to prove itself than the conditions of the experiments had heretofore done. Even this wet-mixed powder did not explode. It burned in a slow, sluggish, incomplete fashion. There was no spurt of fire from the fuse hole, but only smoke. Thus this mixture fell short even of performing at the level of a rocket.

Open air burning tests of this same mixture confirm its poor proportions. After repeated failures in the cracker configuration, using fresh lengths of fuse inserted into the case, the powder was poured out on a board and attempts were made to light it using various means, including wooden matches, red hot iron wires, smouldering lengths of fuse, and a propane torch. Often repeated efforts would be required, even with the torch. Once ht the powder would burn slowly, requiring from seven to as long as nincteen seconds for the flame to completely traverse the pile. The flames of the burning were of a dull red or orange color. Many separate sparks could be observed, indicating the ignition of single particles only, whose burning lasted long enough to identify them as individual flames as they were carried upward through the air.

Davis, Chemistry of Poseder, pp. 74, 111.
 According to Davis, Chemistry, pp. 40 and 55, they oppear in Hanzelet Lorraine, La Pyrosechus (Pont à Musson, 1630), and John Bute. The Mysteries of Nature and Art (London, 1635).
 Hime, Gurpouder, p. 181: Williams, "Some Firing Tents".

Perhaps the best way to appreciate all of this is to obtain some parchiment and some common paper and experiment with its behaviour. At any rate, it can be seen that the relevant texts harbor difficulties that he in the path of Hime's interpretation.

All that Bacon says about his parchment cases is that they are about the size of a thumb, and made of a small piece of the substance. But unless an exhorbitant number of wrappings of this stronger material are used, any parchment piece which can be coiled into a thumb-sized roll must necessarily be small in comparison to, say, a folio-sized sheet. The point of Bacon's remark is simply to marvel that something as small as a thumb can emit a sound that compares with the roar of an immense thundercloud. He is not giving precise materials specifications. And finally, Bacon notes that if the case of the cracker could be made "of solid material" (de solidus corporibus). In the violence of the explosion would be much greater. From this it would seem to follow that his powder was at least as dependent upon close confinement for its successful explosion as that described in Liber Igneum. Hence these texts will hardly bear the weight of the interpretation that Guttmann, Hime, and Partington have put upon them.

In closing out this topic, one must note that the Mirabilis Mundi text specifies a case made of paper (tunica de papyro). Thus, if this work is indeed the product of Albertus Magnus or one of his pupils, the use here of the same material as in Liber Igneum helps further to lead the European powder tradition into a relation of dependence upon prior Arab experiments.

Ande from the material of the case, Bacon does not specify its form. But since it was like a thumb, it must have been a cylinder. In Liber Igneum, however, it is stated that the rocket case may have "bends at will" (plicaturas ad libitum) (Gutimann's translation), but that the cracker case may have "only some bends" (quam plurimas plicaturas). The meaning of this is not altogether clear. Guttman has chosen to translate plicaturas as indicating folds or bends. It might alternatively be translated as wraps or coils, and in this connection the passage could indicate that the cracker cases should be thicker than the rocket tubes. It is not quite clear why a rocket tube would benefit from being folded upon itself, unless this were to be done to the head of the case, so as to produce one or more serial explosions after the tube had reached its full altitude. How this might be done, and how plicaturas of the bending or folding sort might be applied to firecracker, is explained by the existence in France and England of an old firecracker tradition using powder-filled

^{58.} Hime, Gunpouder, p. 159: Partington, Greek Fire, p. 77.

^{59.} Partington, Grook Fire. p. 78.

^{60.} Ibid., p. 86.

^{61.} Guttmann, Monufacture, p. 8.

The authors found that with powder which did burn explosively, the fuse was generally expelled from the hole at the time of the explosion, and often beforehand. What seems to occur is that the gases generated by the burning of the fuse composition create enough pressure in the case to blow out the fuse, even before the main charge has been well lit. The explosion then occurs even with a vent open to the atmosphere. With good powder the explosion will read the case. With powder not so good the rapid burning may take the form of a rocket effect, with a jet of fire being aprayed from the fuse hole With bad powder, the fuse will burn down made the case, often expelling itself through its own gas pressure, but at that point the process stops. The powder fails to ignite.

And indeed Hime's discussion of the difference between the firecracker cases of Bacon and of Liber Igneum fails to consider that they were made of different materials. In Liber Igneum both the rocket and firecracker cases were made of "papyro", or paper, or named after the papyrus from which it was first made. In Opus Majus and Opus Tertuum, Bacon's terms for the case material are "pergameno", and "pergameno", of which translate as parchment. The name derives from the town of Pergamum, famous in antiquity for its library, where the use of parchment as a writing material was first developed.

The Liber Igneum texts do indeed specify that rocket and firecracker cases should be made "short and stout" (brevis et grossa), 56 but this may be only to contrast their external dimensions with the rocket cases, which are to be made "thin and long" (gracilis et longa), 50 presumably to give them better aerodynamic qualities and to prolong the burning of the powder column. Even if the "stoutness" refers to the thickness of the sidewalls of the case, rather than to the ratio between its height and dismeter, the use of paper rather than parchment may account for this difference. Before the middle of the thirteenth century, paper was generally made of vegetable fibers of a non-cotton sort. It was rejected by law for such important uses as documents because it was neither as strong nor as durable as parchment. If many layers of paper were necessary to make an adequate cracker case, then binding the ends would indeed require strong wire, as the authors' experience with case manufacture of newsprint showed. Even with thin paper the crimping involves much effort.

⁵² Partington, Greek Fire, p. 54. The older term had been transferred to the newer material, but by the Middle Ages, at least in the lands dominated by Islam, papyrus had been displaced by paper. See Andre Blum, On The Origin of Paper, trans. by Harry M. Lydenberg (NY. R. R. Bowker Co., 1934).

^{53.} Partington, Greek Fire, pp. 77-8 .

⁵⁴ Dard Hunter, Papermaking, The History and Technique of an Antient Craft (New York, Alfred A. Knopf, 1943), pp. 14-18.

^{55.} Partington, Greek Fire, p. 49.

^{56.} Ibid.

^{57.} Blum, Origin of Paper, pp 16, 19-23, 34.

ture explosion or ignition. After a series of initial tests of mixing times of varying lengths it was decided to standardize on twenty minutes of hand mixing. This was done throughout the tests reported below for all the formulas tested. Unless otherwise noted, all powder was dry mixed.

To prepare the firecracker casings common newsprint was torn into strips, wrapped a certain number of times around a 19 millimeter mandrel, and taped longitudially along the free edge with a single piece of masking tape to prevent its unwrapping. The tube thus formed was then slid off one end of the mandrel for a distance sufficient to permit crimping the paper together and tying it shut by wrapping it tightly with 90 kilogram test dacron string. This gave a paper tube closed at one end. To close the other after the powder charge had been inserted, wooden plugs with holes drilled for the fuses and lathe turned for a slip fit into the cases, with a groove around the outside, were used. After these plugs were in place, further windings of string compressed the paper case into the plug groove, thus closing the remaining end of the case.

The cases were initially made in two thicknesses, one having eight full thicknesses of newsprint and the other seventeen. This was done in an effort to test Hime's belief that it was the strength of the case only which permitted Liber Igneum powder to make an explosive noise. After initial testing it was found that Hime's opinion did not fit the facts, and the remainder of the tests were conducted with a standard case of 17 thicknesses of newspaper. This approach, in common with the procedures described above, gave the Bacon-Hime powder advantages which historically it may not have enjoyed, thus increasing the rigor of any negative test results.

It was the behaviour of the fuses which provided the authors with the first experimental evidence of Hime's error. After several unsuccessful attempts at fuse manufacture the authors settled upon one made from three pieces of common parcel string twisted separately and then laid up into a miniature rope. This was then thoroughly smeared with a paste made by wetting modern commercially made black gunpowder with water. When dried this burned satisfactorily. Its finished diameter was such that it would just slide through a hole 2.2 millimeters in diameter.

With the fuses thus merely slid into place in the cases the authors fell short of obtaining the gas-tight seal that Hime thought necessary for the Liber Igneum powders to burn well. Liber Igneum recipe 13 does indeed specify that fuses should be made smaller at the ends than in the middle, and that the fuse hole should be a small one. However, the text does not specify that the fuses should be inserted until they seal the hole, and the tapering of the ends may only have been to facilitate their initial insertion. At any rate, since Bacon is silent on the matter of fuses, here again the Liber Igneum text gives more evidence of actual experience.

^{51.} Guttmann, Manufacture, p. 8

al-Rammah's ratios are close to those of Newhold, so that the results of testing the latter can be partly applied to the former.

To prepare the powders modern ingredients were used. This gave all the old ratios the benefit of the doubt, but Bacon's more than Liber Igneum, since the saltpeter purification process described in Bacon is inferior to that of the Arabic tradition.⁴⁴ Also, since the percentage of potassium nitrate in Bacon's formula is smaller by about a third than the Liber Igneum recipes, it seems obvious that his recipe will suffer from a shortage of oxidizer to a much greater degree than its rivals. Thus, providing Bacon's formula with modern ingredients will differentially confer an advantage upon his formula, and make the experiment a stronger test in the event of his powder performing badly. It is in any case impossible to duplicate exactly the purity levels of medieval ingredients.

The oldest surviving works which compare the strengths of powder containing varying proportions of potassium nitrate, assign the higher performance levels to the formulas containing more of this ingredient, either implicitly or explicitly. Francesco di Giorgio Martini, for instance, writing in about 1465, listed powder formulas appropriate for guns of different sizes. The formula for bombards and mortars shooting stones of 200 pounds or more contained only fifty percent saltpeter. The percentages increased steadily as the gun size decreased, reaching 74 percent in small arms. Since the guns of the time were known to be weaker in the larger than in the smaller sizes, it must follow that the formulas lower in saltpeter had lower performance levels. The same conclusion can be drawn straightforwardly from the formula lists given in Tartaglia, who wrote before 1537; from the Stridhs-konsth of Peder Mansson, written before 1534; and from German and French sources of the 1540's and later.

From these data and our experiments, we suggest that very early powder formulas approximating to 1:1.1 could only be used in applications where the charges were large enough to permit temperatures, pressures, and thus burning rates, to rise greatly after ignition, but before the powder was consumed.

For mixing the ingredients the Liber Ignsum—text suggested braying them together on a marble slab, 30. The authors found a ceramic mortar and pestic to be sufficiently authoric, and much more—convenient to use than a flat surface. Ingredients were weighed—to the nearest half gram, and mixed in very small batches under—suitably controlled conditions to minimize the danger of prema-

^{44.} See note 17 above.

^{45.} Partington, Greek Fire, p. 163.

^{46.} Turtaglin, Three Colloquies, pp. 78-9, and p. 15 of Lucar's appendix.

^{47.} Ibid., pp. 72-4.

^{48.} Partington, Greek Fire, p. 163.

^{49.} Ibid., p. 325.

^{50.} Ibid., p. 49.

misfire once in every four shots or more. These misfires took the form of non-explosive burning, wherein the release of gases would be so slow that much of the energy of the charge would vent itself through the touch hole of the gun into the air, rather than ejecting the ball. Occasionally under these conditions the ball simply rolled to the muzzle of the gun and dropped to the ground immediately below. When the dry mixed powder did explode it was capable of throwing a ball at velocities ranging from 190 to 270 meters per second. Generally it failed to penetrate simulated armor at roughly 9 meters distance. Wet mixing the powder increased the muzzle velocities by about 30 meters per second, and the rate of mistires dropped to less than one in ten. The simulated armor was now penetrated about half the time.

These tests were all run using iron tubes to simulate the barrel of an early gun. As noted above, neither Bacon nor the earliest Arab traditions discuss powder explosions in this context. Rather they specify that to make a noise like thunder and a flash like lightning, one should construct a small paper or parchment cylinder, about the size of one's thumb, bound at the ends with iron wire and half charged with powder. What they describe is thus an ancestor of the modern firecracker.

It was decided to conduct a series of experiments using powders whose ratios were the same as Hime's interpretation of Bacon's anagram (7:5:5), the two best recipes in Liber Igneum (6:1:2, and 9:1:3), and an amended interpretation of Bacon's cipher by Newbold (20:7:3).45 The latter appears to have attracted little attention among subsequent students of gunpowder history, doubtless in part because its author admitted that he had reached his conclusions by an arbitrary process, and his posthumous editor moreover detected errors in his cryptographic process. The closeness of the Newbold ratio to modern powder, however, offered an opportunity to see what drymixed powder of a more optimal potassium nitrate percentage than that tested by Williams would offer in the way of performance. The Liber Igneum recipes were tested in preference to those of Hasan al-Rammah for three reasons. First the Liber Igneum text claims that the powder will explode, which Hasan does not. Second, the Liber Igneum texts are more important in European history. Third, since Hasan al-Rammah's potassium nitrate ratios are closer to modern values, testing the inferior Liber Igneum ratios poses a more crucial test for the importance of the Arab chemical tradition. As it happens, Hasan

^{43.} William Romaine Newbold, The Cipher of Roger Bacon (Philadelphia, The University of Pennsylvania Press, 1928); see also Robert S. Bruinbnugh, ed.tor. The Most Mysterious Manuscript. The Voyach "Roger Bacon" Cipher Manuscript (Carbondale, 111. Southern Illinois University Press, 1978), especially page 35. Davis, Chamistry of Pauder, p. 38, translated Bacon's text so as to yield a formula of 6.5.5. Davis believed that it "probably" would not make very good guippowder, so he does not appear to have tested any. The suthors did not make any powder using this formula as the Hime-Bacon numbers appeared sure to give more favorable results, and thus to offer a more crucial comparison between Bacon and the Arab formulas.

addition Partington's view that the man shown in Bellifartis firing a rocket is dressed in Arab costume. The is additionally of the opinion that the man firing the cannon in the Milimete manuscript, the oldest surviving clearly dated picture of a cannon in existence, is shown with a darker complexion than an Englishman would likely have possessed The early Spanish artillery treatise of Diego Ufano seems to follow Liber Igneum phrasing in one instance. And finally, one of the manuscripts of Francesco di Georgio Martini, who flourished ca. 1450, contains an Italian translation of Liber Igneum.

From the above it now appears that the rival claimants to the introduction of gunpowder into Europe, Bacon and the Arabic alchemical tradition, now appear to have origins in roughly the same time period. Fortunately, the considerable composition difference between their formulas offers a way of resolving some of the resulting uncertainty. Upon examining the literature the authors were unable to find any previous instance of an experimental test of Bacon's formula. Two experiments came close, and both tended to reinforce the doubtfulness of Bacon's claims.

Tage Lassen experimented in the 1930's with a mixture of 35:35:30, and found that even when a very large powder charge, almost equal in weight to the ball, was used in a duplicate of a 14th century hand cannon, the ball was thrown less than 20 meters. Lassen did not specify whether this powder exploded, with a sharp cracking or booming sound; or whether it simply burned rapidly, with a rushing or hissing sound. Lassen reported that in damp weather this mixture would not ignite, doubtless because of the hygroscopicity of the chargoal

In 1974 Williams published the results of test firing a similar fourteenth century handgun design with a mixture of 6:1:2. or the Albertus Magnus Liber Igneum mixture number 13.42 Lassen had simply dry mixed his ingredients, since wet mixing, with subsequent drying of the paste and then crumbling it into "corns" or "grains" does not appear to have been known before the late fourteenth or early fifteenth centuries. Williams tested his mixture first by dry-mixing only, and then by additionally moistening and corning it.

The dry-mixed powder, presumably the version which would have been known in the thirteenth century, did not perform at modern levels. Unless carefully rammed, it would tend to settle out into its ingredients, and then

^{37.} Partington, Greek Fice, pp. 147-8. Eichetatt Bellifortis, folio 102 Recto

³⁵ Partington, Greek Fire, pp. 98-9. Dudley Pope, Guns (London Spring Books, 1965), page 9, the top illustration.

^{39.} Partington, Greek Fire, p. 167.

^{50.} Ibid., p. 163

^{41.} Tage Lasson, "Hand Campon to Flintlock", The Gun Digest, 10 (1956), pp. 33-40, especially 36.

^{42.} Alan Williams. "Some Firing Tests With Simulated Fifteenth-Century Handguns", The Journal of the Arms and Armour Society, 8 (1971), pp. 114-120, and Pistes XLIX-).

contains about 41.2 percent saltpeter, and about 29.4 percent of both sulfur and charcoal.

The early Arab mixtures, in contrast with Bacon's, are much closer to the modern ratios. Hasan al-Rammāh's recipes, for instance, are organized around the ratio of ten parts saltpeter to one or two parts sulfur and two to three parts charcoal. Thus Hasan's potassium nitrate percentages range from about 66 to 72 percent, well within the range of variation encountered in gunpowder as late as the nineteenth century. The case is similar for the best recipes in Liber Igneum. As noted above, Numbers 13 and 33 specify the ratios 6:1:2 and 9.1:3 respectively. The saltpeter percentages here are 66 and 68, in that order. These data appear to be difficult to reconcile with Hime's contention that the strength of the firecracker cases in Liber Igneum is the only factor which enables these powders to explode.

Before closing off the discussion of problems in earlier interpretations, it seems appropriate to point out the positive contributions made by Hime. Partington, and Guttmann to the understanding of the role of Liber Igneum. Their work makes it clear that the attribution of the manuscript to Mark the Greek should not obscure the traces of Arab origin in the earlier part of the piece. The employment of Arabic terms and the reference to eastern Mediterranean kharif rains, both point in this direction. Thus it appears that a Greek or Byzantine role in the history of the text is limited to its transmission.

Moreover, the historical role of Liber Igneum in the diffusion of gunpowder technology in Europe is both considerable and clearly demonstrable, in sharp contrast to the uncertain status of Bacon's formula before Hime deciphered it. As noted above, Albertus Magnus appears to have known a recipe before 1280 which is frequently identical in its wording with Liber Igneum recipe number 13. The first important powder discussion in German, Konrad Kyeser von Eichstätt's Bellifortis, written before 1404, contains the Liber Igneum text. The Manich manuscript CLM 197, from the second quarter of the fifteenth century, also contains it, as do most of the manuscripts in the extremely important German fifteenth century Feuerwerksbuch tradition. As was mentioned above, the oldest English powder manuscript after Bacon, that of Robert Arderne, seems to be condensed from Liber Igneum. It is in

^{51.} Ibid., pp. 202-3.

^{32.} fbid., op. 324-7.

As. Rime, Gunpowder, pp. 70-86, Partington, Greek Fire, pp. 57-61, Guttmann Manufacture, p. 9.

^{34.} Konrad Kyeser aus Eichstatt, Bellifertis, trans, and ed by Gots Quarg (Dusseldorf, Verein des deutscher Ingenieure, 1967), pp. 57-77 (folies 91b-103a).

^{35.} Partington, Greek Fire, pp. 144-5.

^{36.} Ibid., 152, Wilhelm Hassenstein, ed., Das Fructuerkibuch von 1420 (Munich Verlag der Deutschen Technik, GMBH, n.d.), pp. 85, 87

in many parts of the world.¹⁰ If this is the case, then what possible reason could Bacon have for writing about gunpowder in code? And what becomes of his claim to its invention if within two decades at most of his coded revelation children were commonly playing with such mixtures? And does not Bacon's reference to children of "the world", rather than to, say England or Christendom, hint that gunpowder may have come to Europeans from some other civilization?

The simplest way of solving this problem seems to be the assumption that Bacon wrote in code because he was worried about incurring the suspicion and the wrath of a Church increasingly suspicious about his interest in scientific experiment.'s It is well known that his interest in Arabic science made him suspect, and he might well have chosen to conceal the source of his information for this reason. In this view, then, Bacon was a persecuted transmitter of chemical information rather than an innovator.

But perhaps allowance should be made also for the possibilities that Bacon's writings have been corruptly transmitted to posterity, or that his codes have not been correctly solved. A point to notice in this connection is that the earliest manuscript of De Secretis is fragmentary and does not contain the powder formula auagram. The oldest complete manuscript is from the fifteenth century, or well after gunpowder had become common.²⁷

A major difficulty with the Bacon-Hime formula is its very low proportion of potassium nitrate in comparison with the bulk of the surviving early powder formulas. It is true that a few early German formulas give low percentages of saltpeter, and some of the formulas which Tartaglia specifies as "most ancient" drop down as low as 1:1:1.18 This stinting on the vital oxidizer for the mixture could doubtless be justified on the grounds of the high relative cost of saltpeter. Hime's researches testify amply to this.19 But the imbalance of the mixture from a modern perspective raises the question of just how well Bacon's powder really worked. As Partington has pointed out, even clearly incorrect and unworkable recipes were often transmitted alongside proper ones, perhaps in the hope that further investigation would uncover their "secrets".10 Modern black powder generally contains around 75 percent saltpeter, 10 percent sulfur, and 15 percent charcosl. The Bacon-Hime mixture

^{25.} Ibid., pp. 77-8.

²⁶ Ibid., p. 76, provides notes to the other participants in a discussion of this point. A good biography of Bacon is Stewart C. Easton, Roger Bacon (New York, Colombia University Press, 1952). For his interest in Arab science see pp. 22, 70-71, 330.

^{27.} Ibid., p. 59

²⁸ Niccolo Tartaglia, Three Bookes of Colloquies. Concerning the Aris of Shooting in Great and Small Pieces of Artifleric translated by Cyprima Lucas (London J. Harrison, 1888), p. 72.

^{29.} Gunpmeder, pp. 184-6.

^{30.} Greek Fire, pp. 58, 150-51.

nitrate. For Partington this "first clear account of the process" dates from around 1280.

Hasan al-Rammah shares with Liber Igneum the credit for introducing the idea of the fuse and information on how to install it successfully in a firecracker case. As will be seen below this is a point of some importance, given the behaviour of early gunpowder. Bacon is silent on the topic.

An additional problem in Hime's analysis is his complete neglect of Liber Igneum recipe 33. He considers recipes 12 and 13, but dismisses them as capable of producing a rocket effect only.¹⁵ It is true that the recipes speak of the manufacture of "flying fire", but recipe 13 gives in addition directions for making a casing in which the powder will explode.²⁰ Recipe 33 speaks also of the making of "flying fire," but its potassium nitrate content, at 68%, is even higher than that of recipe 13, which contains 66°₀.²¹ As will be seen below, these percentages appear to be crucial. Partington gives a translation of recipe 33, but then passes on without further substantial comment.²²

A remaining difficulty to Hime's presentation has to do with the cryptic original form of Bacon's explosive powder formula. Given as an anagram, it was apparently not deciphered until Hime published on it in 1904. This late date immediately raises the question of whether anyone else between Bacon's time and the beginning of the twentieth century had been made privy to Bacon's "secret". If they had not, then how did the knowledge of powder manufacture diffuse through late medicual Europe?

The only other early English powder formula, that of a Doctor Arderne, living in Newark until about 1377, is not the same as that of Bacon-Hime. It specifies as ratios 6:1:2. This is the same as recipe 13 from Liber Igneum, and indeed Arderne follows that source word for word in places, both here and in other places in his writings. After Arderne there seem to be no other peculiarly English powder recipes until the time of Peter Whitehorne, who wrote in 1562.

Indeed, the whole question of secrecy in Bacon's work appears to have been seen from the wrong vantage. His use of code has belied give credence to the belief that he was one of the very first persons to know explosive powder. But the cryptic descriptions in his works were written at the earliest in the 1250s, and possibly as late as 1265-8. Thus it is important to notice that in Opus Mojus and Opus Testium, written 1266-68, he describes guapowder in clear and straightforward Latin as being used in children's toys which are known and used

^{18.} Ibid., p. 203; Cattmann, Manufacture, p. 2. Both Hime and Partington omit this last reference.

^{19.} Gunpouder, pp. 86-7.

^{20.} Guttmann, Manufacture, p 8.

^{21.} Hime, Gunpowder, p. 67.

^{22.} Partington, Greek Fire, p 54

^{23.} Gunpowder, pp. 157-8.

^{24.} Partington, Greek Fire, pp. 323 4.

Partington departs from Hime's approach at this point, however. Whereas Hime had characterized Bacon as the discoverer of gunpowder, Partington felt that this was uncertain. Bacon certainly knew of its explosive properties and other effects, but Partington expressed some doubt that he had ever worked with it personally. The question of whether Bacon had received knowledge of explosive powder from an earlier source, such as Liber Igneum, Partington dismissed as being incapable of a definite answer. Even with this uncertainty, however, Partington felt that Bacon, together with Albertus Magnus, were "two of the greatest scientists of the Middle Ages." 18

All these interpretations harbor difficulties. The tradition deriving gunpowder from Berthold Schwarz is late, and in general now seems unlikely. Hime's dismissal of the saltpeter-containing recipes in Liber Igneum as too late to precede Bacon's gunpowder formulation is a precamous conclusion. For Partington provides evidence that saltpeter was known to the Arabs as early as 1225, when Bacon was only about ten years old.14 Again, the manuscript De Mirabilis Mundi, usually attributed to Albertus Magnus, Bacon's teacher, contains a recipe for explosive powder that appears to have been condensed from recipe 13 in Liber Igneum, and is in places word for word identical with tt.15 In the places where condensation has occurred, the Mirabilis Mund; text is markedly less clear than that of Liber Igneum. Not all agree that the text was a genuine work of Albertus, but Partington found reasons for believing in its probable authenticity. He felt that if it was not by Albertus himself, then it was the work of a pupil. And since Albertus died only about four years before Bacon, the De Mirabilis Mundi text thus poses a serious challenge to Bacon's priority. Partington believed that if it was not an original work of Albertus or a pupil, it might have been copied by a pupil from a collection of Arab chemical recipes.

Again, Hime credits Bacon as being the first to describe clearly an effective process for refining potassium nitrate. His view, however, as Partington points out, rests upon an arbitrary reconstruction of the cryptic Chapters IX and X in De Secretis, and is thus open to doubt. Partington makes a much stronger case for Hasan al-Rammāh, who died in 1294 or 1295 while still in his thirties. Al-Rammāh not only describes this same purification process in adequate detail, but adds the use of wood ashes for precipitating calcium and magnesium salts out of the solution prior to the crystallization of the potassium

^{11.} Greek Fire, p. 78.

^{12.} Ibid.

^{18.} Ibid., p. 64

^{16.} Ibid., pp. 32, 287-8.

^{15.} Guttmanu, Manufacture, pp. 9-10.

^{16.} Gunpowder, pp. 16-28, especially pp. 25-8, and pp. 162-55.

^{17.} Greak Fire, p. 201.

Rime's chief contribution to the history of guppowder has been to support Roger Bacon's claim to the invention of the substance.4 He considered the claim of Liber Igneum, but at length dismissed it for several reasons. First, some of the recipes in the text could be dated from as late as 1300, or after Bacon's death sometime between 1284 and 1292, and certainly later than his writings on explosive powder, De secretis, Epistolas fratris, Opus Magus. and Opus Tertium. Second. Hime considered the powder recipes in Liber Igneum to be incapable of yielding a satisfactory explosive. (In this opinion. Guttmann concurs.) Third, he believed that Bacon's writings contained the most satisfactory instructions of the period for refining potassium nitrate, the chief component of gunpowder. These were in code, which he claimed to have deciphered. And fourth. Hime believed that he had also solved the anagram in Bacon's De Secrets in which the gunpowder formula was given. Hime believed that Bacon's formula consisted of seven parts potassium nitrate, or saltpeter; five parts sulfur; and five parts charcoal. Two studies disputing Hime's conclusions are known to the authors, and will be briefly considered below." For those who accept Hime's conclusions, and these appear to be in the majority, this Bacon-Hime 7:5:5 formula thus becomes the earliest published indication that an explosive powder had become known. Here as below, these numbers will denote the proportions of potassium nitrate, sulfur, and charcoal, in that order.

Partington's work, the most recent attempt to survey the whole subject, partly follows Hime's views. The claims of Berthold Schwarz are dismissed entirely.9 Liber Igneum is considered, but Partington follows Hime in believing that its powders are not true explosives.10 The Liber Igneum powders merely burn fast enough to cause gas pressures to build up inside the paper casing of the firecrackers described in recipes 13 and 33, the noise being produced by the rupture of the case. Hime had believed that the Liber Igneum firecracker cases were very strongly made, tightly bound with iron wire at the ends, and capable of containing a rather slow gas pressure buildup until finally the case gave way. The strength of the case was essential, in Hime's view, for it gave the very weak mixtures of Liber Igneum enough time to produce a pressure differential capable of yielding an audible shock wave, an explosion. which they could not do if burned in the open air or in an easily breached pressure vessel. By contrast Hime believed that Bacon's firecracker cases were thin and easily blown open, so that only the excellence of the powder mixture was responsible for the explosion noise in this instance.

- 5. Gamponder, Ch. VIII
- 6. Ibid., pp. \$7-89. See sepecially pp. 87-9.
- 2. Manufacture, 9.
- 8. See note 43 below
- 9. Greek Fire, Ch. III, especially p. 96.
- 10. Ibid., pp. 50-51, Compare Hime, Gunpowder, pp. 36-9.

In Defense of LIBER IGNEUM.

Arab Alchemy, Roger Bacon, and the Introduction of Gunpowder into the West

VERNARD FOLEY" & KEITH PERRY**

THE EARLY HISTORY OF EXPLOSIVES has been illuminated by a series of works of deep scholarship. Those of Partington, Hime, and Guttmann appear to be of particular use in connection with the present topic. But the effect of long-standing national traditions appears occasionally to persist in some of these volumes, to the detriment, it will be argued below, of a fully balanced approach to the subject.

German writers on the origin of gunpowder have tended to emphasize the role of Berthold Schwarz, a Dane, German, or Greek, whose conjectured dates range from the 13th to the 15th century.\(^1\) Partington and Hime have rejected this tradition as legendary. The most balanced German origin account of the theme appears to be that of Guttmann, who makes Schwarz out to be the first to apply explosive powder to the firing of projectiles.\(^2\) By this light others may have invented an explosive powder, but Schwarz was the first to see that it could be used in a gun. In the remainder of his historical analysis, Guttmann traces the origin of explosive powder back through Arab alchemy, most purticularly through the manuscript known as Liber Igneum, or the "Book of Fires" of Mark the Greek.\(^1\) In this work and in Roger Bacon's discussion of explosive powder recipes, the substances produced are used either in rockets or in freerackers.

Department of History, Purdue University, West Lafayette, Indiana 47907, U.S.A.

^{**} Harris Corporation, Melbourne, Florida 32901, U.S.A.

^{1.} J. R. Partington, A History of Greek Fire and Gunpowder (Cambridge, W. Heffer and Suns. 1960), Heary W. L. Hime, Gunpowder and Ammuniston, Their Origin and Progress (London: Longmans, Green and Co., 1963); Cacar Guttmann, The Manufacture of Explosives (New York: MacMillan and Co., 1895), two valuties, and Manumenta Pulvers Pyrit (London Artists Press, 1966), by the same. These works contain transcriptions of monuscripts otherwise difficult to obtain, and will be used for the Bacon and Liber Igneum cutations below unless otherwise noted. It is frequently necessary to cite more than one of these sources, as merely partial transcriptions often occur. See also S. J. von Romocki, Geschichie der Explosives (Berho, Robert Oppenhaim, 1895), 2vols.; Tamey L. Davis, The Chemistry of Powder and Explosives (New York John Wiley and Sons, 1943), and M. Berthelat, La Chimia au Moyan Age (Osnobriak, Otto Zeller, 1893), Volume 1.

^{2.} Guttmenn, Manufacture, pp. 11-17; Romouki, Geschichte, pp. 106-113.

³ Guttmann, Manufacture, pp. 16-17.

^{4.} Ibid., pp. 7-9, 17.

During the 16th century, despite the aforementioned Arabic edition of the Canon of Avicenna published in Rome in 1593, the Arabic language disappeared definitively from Western Europe as a vehicle of medical science. We have testimony to the fact that Arabic was kept alive in scientific circles among the Jews (Italy), Moriscos (Spain) and Christians (Italy and Spain fundamentally). It was in use round the middle of the century as a tool which could still be of utility. It was used, for example, by Bartolomeo Eustachi (c.1500-1510 to 1574), who studied in Rome and worked there in the Sapienza from 1548.64 Vesalius himself 13 kept it for the noming of the Tabulae Anatomicae (1538), and we have already noted the circumstances surrounding the work of the Spaniard Miguel Jeronimo Ledesma. But by now Arabic was no longer in use as a means of handing on information (we have no record of manuscripts being copied or regularly printed in this period), nor as a language for innovanon in any of the branches of medical literature then current. The increasing oppression of the minorities which used Arabic as their language in Spain was of decisive importance in aborting any chance they may have had of offering a new way forward for 15th and 16th century medicine, based on the Arabic medical sources themselves, or using Arabic as a medium of expression. Michael Servetus (1509-53), as early as J537, could not escape the anti-Arab sentiment pervading the Spanish community. Some of his statements in favour of the new Calenism almost took on the warlike aspect of a crusade against the Arabs. whose definitive subjugation in his homeland dated from just a few years before he was born. 44

^{62.} See note 11

^{63.} C. Singer and C. Rahm, A Prolude to Modern Science, Being a Discussion of the History, Sources and Circumstances of the "Tabulae Anatomicae Sox" of Vesalius (Cumbridge Univ. P., 1946).

of "Compelled by wonder of the thing uself, we are forced to profess that the birth and rebirth of Galen were granted as a kind of divine gift for the assistance of various mortal needs... In our happy age, he, once shamefully misunderstood is rehorn and re-establishes himself to shine in his former listre, so that like one returning home he has delivered the citadel which had been held by the forces of the Araha, and he has cleaned those things which had been bespattered by the sortid corruptions of the barbarians". Syraporum universa ratio, ad Galeni censurum diligentier expolita (Paris, 1537), in Michael Serveius" A translation of his Geographical, Medical and Astrological Pritings. by C. D. O'Malley, (Philadelphin Amer. Phil. Soc., 1953), p. 60 (O'Malley, trans.). Cf. Temkin, op.etc., pp. 126-127

ture in Spain: that it should have been forgotten by the members of the Muslim community itself, who lost touch with their own heritage. The result was that, for a combination of historical and sociological reasons, the sizeable minority which spoke Arabic in 16th century Spain could offer no new way forward from the Arabic medical sources for the medical source of the day. Nor could it use Arabic as a language for the creation or transmission of medical knowledge.

5) Arabic medical literature was sought out and collected by the Humanists, but with a very different point of view and purpose in mind, it is very clear that by the second half of the 16th century the medical treatise in Arabic had become for the Humanist scientist and aristocrat of the Christian persuasion a valuable object in itself; it was sought after and treasured because it was "old". They formed part of a historical process which could be clearly followed via the manuscripts. They contained all that was valuable in the past. Hence the very passion for collecting Arabic medical manuscripts on the part of the Humanists in this period of the 16th century, revealed the death-pangs of the Arabic medical tradition which no longer served any useful purpose for the Christian medical and scientific circles of the second half of the 16th century. The Arabic manuscript is locked away in the great libraries. It never finds its way into print, and hence has no circulation. Take the example of the formation during the 16th century of the nucleus of the Arabic medical collection in the great library of the Escorial,44 founded by Philip II. The Humanist Paez de Castro, one of those who planned the great library, bequeathed to it in 1572 sixty-seven Arabic manuscripts of which forty-six were of a medical nature.59 In 1576, 265 Arabic manuscripts found their way into the Esconal, and of these 179 were on medicine. They belonged to the library of the aristocrat Diego Hurtado de Mendoza, who confessed that he obtained most of them during his stay in Granada. When around 1580 the Humanist Arias Montano gave his opinion on the Arabic manuscripts in the Escorial, of which the greater part (67%) were of a medical nature, he told King Philip II: "Your Majesty should keep a great number of manuscripts in the Arabic language, although nowadays this is not used or understood among men of science. because if the books of old had not been stored away in the libraries of Princes... they would not have surfaced again in our day, stimulating men of science to understand them". 11

a propósito de un manuscrito del British Mussum (Slogne, 2689)", Asclapso (Madrid), 23 (1971), 267.

^{58.} Cf. B. Justel, La Real Biblioteca de El Escorial y sus manuscritas árabes (Madrid: Instituto Hispano-Arabe de Cultura, 1978), and the references there cited.

^{59.} Ibidem, pp. 213-214.

^{60.} Ibidem, pp. 151-152.

^{61.} Reproduced by Justel, op. cst., p. 154. (The stelles are mine).

the Qánun of ibn Sinā, together with others of his works of a philosophical character, have been printed in Rome in 1593? Apart from this one piece of information, I have no supporting data which would enable me to answer the question with anything like the required exactness.

4) The possible fourth reason has already been considered from another standpoint the fact that Arabic was never incorporated into the programme of the Medical Humanists in their effort to reconstruct Ancient Medicine, even though some of them looked upon the best in Arab medicine as part of their own heritage. Emphasis has been placed on the attempt of Medical Humanism to break with medieval medicine, but the real situation was more complex. There was also a current of opinion which sought to accept and link up with Arab medicine. The Canon of Avicenna formed part of this tradition, which the Humanists tried to take as their base, and at the same time improve on. Hence their efforts at fresh translations from Arabic to Latin. That is, the language of the Western universities took over, hand in hand with a Humanistic Galenism, which now looked more to Hippocrates and would have little to do with the Arab authors, not even when these had been directly translated from Arabic into Latin. The members of this generation of Spanish Humanist doctors from the second half of the 16th century were not only ignorant of Arabic, but even around 1570-90 had bitter conflicts with Morisco healers, who continued practising medicine not only among the descendants of the Mushm population, but even among the "Old Christians" themselves. 46 Apart from social reasons for the conflict with members of the increasingly depressed Morisco minority (expelled from Spain, let us recall, in 1609), there were also scientific reasons: the Monsco folk-healers - apart from a very few exceptions (e.g. the case of Alonso del Castillo which we have seen) - had lost touch with their own Arabic medical sources, and hence their art was of a completely empirical kind. Also, as the 16th century were on, increasing difficulties were put in the way of those who wished to study in the Faculties of Medicine. 66 These Faculties did their teaching in Latin, and there were those like Alcala and Valencia which between 1565 and 1575 dropped Ayicenna from the syllabus.57 This was one of the tragic features of the fate of Arabic medical litera-

(recension) of the Elements of Euclid ascribed to al Tüst was printed in Rome in 1594. The dates of these two last books have been taken from A. Demecrostrania, "Une trape de la culture et de la psychologic islamiques les données de la controverse autour du probleme de l'Imprimerie". Iblo (Tunis), 17 (1934), 43. Demecrostrania did not know that the Roman edition was of the spurious Tahrit. Cf. J. Murdoch, Euclid Transmission of the Elements, in Dictionary of Sci. Biogr., C. C. Gillispie, ed., (New York. C. Scribner's, vol. IV, 1971), pp. 440 and 483-54.

55. Cf. L. Garcín Ballester, "The Minority of Morisco Physicians in the Spain of the 16th Century and their Conflicts in a Dominant Christian Society", Sudhoffs Archiv, 60 (1976), 209-234

56. In the Parliciaent of Castile in 1607 it was demanded explicitly of the king that he forbid the entrance of the "moriscos" into the Faculties of Medicine in Grandia and Castile. Of García Bullester. Medicina, clancia y minorias marginadas., p. 46.

57. Cf note 12 and L. García Ballester. "Las obras médicas de Luis Collado (+ 1589). Nota

bition. From then on, with some let-up, there was an open campaign against Arabic manuscripts, which became material proof of participation in politicoreligious subversion. It did not matter any more what the content of the manuscript actually amounted to. The result was a waning of the use of Arabic. The language withdrew, as it were, into the catacombs where it died of asphyxia.

- 2) Another reason was the sudden disappearance of the important Jewish minority which did not accept forced conversion to Christianity. They were expelled from Spain in 1492, but already in the 14th century - like the more numerous Muslim minority - they were being increasingly relegated to a secondary role in society. The Jewish minority - some of their number descended from Spaniards - kept Arabic abye during the first half of the 16th century in Italy (Venuce, Rome) as the language in which medical lore was handed down.31 Let us bear in mind the existence of testimonials to the conving and handing on, between 1379 and 1428, of nine works of Galen, three of Hippocrates. Books I and II of the K. al-Oanan, the Tacuinum sanuates (K. Taquim alsihha) of Ibn Butlan, the K. al-Hawi (Continens) of al-Razi, fragments of Paulus of Aegina, Yūhanuā ibn Māsawaih, Ibn Zuhr, etc. All of these were copied out and put together in Toledo and Guadalajara by members of the Jewish family of the Waggar, and in particular Yahudah ibn Abu (sic)' l-Hasan Salomon ibn Waggar al-Isra'ili, active between 1379 and 1387, and Ishāq ibn Hārūn, active around 1428.53
- 3) Another point is that Arabic manuscripts could not withstand the pressure of the printing press, which was flooding the market with the old Latin versions of the Arab authors, or new Latin translations of the Greek authors, and even Greek versions themselves (the Opera Omnia of Galen in 1525). Clearly the use of printing sets us squarely before the problem of bias in science, even in such an empirical branch of knowledge as medicine. We have already noted the increasing political controversy over the use of the Arabic tongue in 16th century Spanish society. In practice, medical sources in Arabic had no access to the printing press, and suffered the fate of the non-academic manuscript: either they circulated in semi-clandestine fashion, or they were regarded as testimony to a historical past and shut away in the great libraries which the Humanists founded During the 16th century no medical or scientific work in Arabic was published in Spain, contrary to the Roman experience between 1591 and 1595, where the printing presses founded by Pope Pius IV (1559-65) were active in this respect.¹⁴ But why should the thick volume of

⁵² Sec note 10

⁵³ Cf H. Derenbourg and R. P. -J Renaud. Les manuscrits arabes de l'Escursal, Tome II-2. (Paris, 1941), n. 870-1, 2, 4, , 873-5, 8, 11 M Steinschneider, Arab. Lis der Juden, n. 124, pp. 186-166.

^{54.} The medical work of Avicanna was the K of Qânān... (Romae: In Typographic Medicas, 1593). In the same printing house the K. Nusha at-mushida of al-ldriai was printed in 1591. The Tajvir

level. As the century were on, the double force of attraction and repression became more and more apparent. The Morisco population of Aragon lost within two or three generations the Arab tongue which had held sway in the highest circles of learning, in theology, philosophy, medicine, and astronomy, as late as the last decade of the 15th century. The strong concentrations of Morisco population in Granada and Valencia held on to the Arab language with some ups and downs. The refusal of the Christian majority, entrenched in positions of power, to use Arabic emerges clearly from the example of Valencia, where approximately 25% of the population spoke Arabic As early as 1528 a campaign was planned to eradicate Arabic. But the first clear rejection of the language came from the Church in 1561. The junta of bishops decreed that the population of Muslim origin "is to be forbidden to read and write Arabic, and steps are to be taken to make them learn the language of the kingdom." The civil authorities took on the task of enforcing the prohi-

Roran)" into Castilian, Trasados de legislación musulmana (Madrid Real Academia de la Historia, 1853), pp. 7 and 248. Cf. A. Castro, Sobre el nombre y el quien de los espanoles (Madrid, 1973), p. 276.

- 46. In 1539, the Belgian humanist, Clénard, tried to consult a recently converted "mariaco" physician, in Seville, on his doubts about Arabic grammar. The latter refused to help, claiming "that he was a true Christian, that he had no desire to manifest his ancient beliefs in any way; that he wished to avoid punishment in the case of his beginning to give me lessons. , that he was a recent convert and that he did not wish to prejudice the high apinion that the people held of him? A. Rocisch (ed.), Correspondence..., T. pp. 151-152,36-49.
- 47 This dialectic in contexts which are naturally different-ran be detected also in the Christian minority which lived in Spanish territory dominated by Muslims in the 9th to the 10th centuries, the young Christians learned the Arabic language and forgot their Latin. Even the hishops wrote in Arabic (e.g. Recemundo de Cordoba) up to the point where the writings of 5t. Isidore were translated into Arabic Cf. M. Diez y Diez, De Indore al siglo XI (Barcelona El Albir, 1976), p. 169ff. In this context, the famous lament of the Christian Alvaro de Cordoba (9th century) is very significant. "Nonne homnes inhenes Christiani unitu decort, lingue disserts, hobitu gestuque conspicus, gentilici a cridit jon) precari, Harabico eloquio sublimati uolumina Caldeorum haudissime tractant, intentissime legioni, ardentissime disseruit et ingenti studio congregantes lata constructaque lingua ludando diudgant, celesiasticam publicitudinem ignorantes et celesias flumina de paradiso manantja quasi ullicania consenses? Heu pro dolor, legem suam nasciunt Christiani et linguam propiam non aduertuit Latini, "Indicalus luminosus, in Corpus Scriptorum Musarabicorum, ed. by 1 Gil (Madrid. C.S.I.C., 1973), vol. I., pp. 314, 46-54.
 - 48. J. Ribers, Desertaciones y opuscules, vol. 1, (Madrid, 1928).
- 49. At this moment, And Laborts of the Autonomous University of Barcelona is studying the noteand brief Arabic manuscripts of the "moriscos" under trial, which were seized by the Inquisition. These notes and manuscripts were incorporated into the trial records
- 50 Towards the year 1500-scarcely eight years after the conquest of Granada, when the Spanish monarche gave their word that they would respect the laws, customs, religion, and language of the Moslems-advice was given to the inhabitants of the Albalcín (a district of Granada) to the effect that "so that your conversation may not cause scandal amongst the Christians, and that they may not consider that you maintain the devotion to Manoma in your hearts, it is necessary that—you forget as much as is possible the Arabic language—, and that you should never speak it in your homes." Archive General, Simanous, Diverses de Castilla, lag. 8, f. 114.
- 51. Archivo Histórico Nucional, Madrid. Inquisicion, lib. 911. Cf. R. García Carcel, Herejia y sociedad en el nejo XVI. La Inquisición en Valencia: 1530-1609 (Barcelous. Península, 1979).

tibb w'ol-hikma written by Abū al-Ḥasan 'Isā ibn al-Ḥakīm, better known as Masīh al-Dimishqī, a doctor of the famous Caliph Hārūn al-Rashīd.

The work of Musih has not been studied to date, and is still in manuscript. We know, however, that it was used and frequently quoted from by al-Rāzī.^a

The language used by Alonso del Castillo is a classical type of Arabic, and this would lead us to suppose that Arabic medical manuscripts must have circulated freely and been used for the study of medicine, at least among the New Christians (or Moriscos). One cannot, of course, rule out the possibility that these were merely exercises designed to keep alive literary Arabic, which had practically fallen out of use by this date (1560-80) among the Moriscos of Granada, *2

Factors Which Impeded or Slawed Down the Circulation of Arabic Medical Manuscripts

It would be interesting to tackle the problem of what caused the slowing down and interruption of the circulation of Arabic medical manuscripts in 16th century Spain. The traffic had come practically to a complete standstill by the last two decades of the century. We can list the following reasons:

1) The Christian majority, by its weight, deliberately stifled every aspect of the culture of the Morisco minority which set the latter apart. At the same time, it deprived the Moriscos of access to the organs of power – the church, the government, the university. It was during the 16th century that Church and State mounted a campaign designed to eradicate the last signs of identity of the old Muslim population. This campaign culminated in their expulsion from every part of Spain in 1609. Clearly language is one of the elements which most enhances the separateness of any community with a different culture. In this case it was the Arab language which was involved. One must not forget that we are schematizing a process whose structure and time-dimension are complex.⁴² The language of the ruling majority held an obvious attraction, and it was used as a tool to stifle the Arab tongue.⁴⁴

By the first third of the 16th century the Muslim minorities of Castile had already forgotten Arabic.46 It was kept alive in Seville, but only on a secondary

- 41 M. Ullmann, Op. oit., p. 113.
- 42 This last possibility was suggested to me by D. Cahanelas
- 43. There is abundant literature on this subject. From the standpoint of general history, the most recent and most complete study is by A. Domínguez Ortís and B. Vincent. For the medical and scientific points of view, see Garcín Ballester. Medicina, circica... (Granada, 1976).
- 44 Let us keep in mind that language is a basic factor in the affirmation of social identity. Herenando de Talavers, the first bishop of Granada, tried to found a Christian community using the Arabic language. His programme was a failure. During the 16th century, the ruling Christian majority samificed liberty and openmindedness for uniformity (religious, political, cultural, and linguistic).
- 45 A Castilian Muslim in the 15th century says of his people, "the Castilian Moora, after great subjection and hardship, many feudal dues, fatigue and hard work, have fallen from their position of wealth and have lost the Arabic schools" and therefore they had to translate "our Holy Law (the

But we have to note that the Arabic manuscripts were just "still being used" they did not reflect creative new work, nor did the 16th century Spanish doctors who spoke Arabic use this language to set down their chinical experience.

We get a late echo in 1574 of the usefulness which the Arabic medical manuscripts extant in Spain could still have in the words addressed by the Prior of the Escorial monastery to Gracian, minister of Philip II. Writing in connection with the cataloguing of Arabic manuscripts in the great library, he commented on the work of the Morisco doctor Alonso del Castillo: "Enclosed is a list of books. At the end there are 15 books in Arabic which have been identified by the Morisco doctor who works here. This doctor tells me that some of them are worth a lot of money, for they would be very useful in training good doctors. . . And indeed this same doctor has some fine cures to his credit in these parts." There is a clear relationship in the eyes of the Prior between the therapeutic triumphs of the Morisco doctor and the latter's access to the Arabic medical manuscripts.

The figure of Alonso del Castillo (c.1520-c.1607) is a very interesting one.³⁵ We have dealt with him in detail elsewhere.³⁷ But he has a special interest for the problem under discussion. He belonged to the first generations born in Granada after the Conquest. He was the son of a convert, and prohably studied medicine in the Faculty of Medicine of Granada which had been founded in 1531. Throughout his life, he kept up a direct contact with the purest Arabic medical tradition, via the Arabic language and the use of classical medical texts in this language.

We have a manuscript thary belonging to him, written 'n Arabic in the Maghrebi script. **In this same manuscript, which he composed in Arabic, there exists a little treatise on physiognomy clearing up some terminology, a few scattered observations on the astrolabe and other 'instruments and the signs of the zodiac, while the names of the lunar months also make an appearance in Castilian. Alonso del Castillo remained faithful to the late medieval tradition of an astrology-based medical lore, which enjoyed a continued popularity throughout the 16th century. Aside from a few brief opinions of an aphoristic kind regarding doctors and medicine generally, **o* the most interesting things which he has to say of a medical nature come in the brief treatise on physiognomy. Alonso del Castillo gave it the heading: "A chapter from the writings of Masih ibn Ḥakim concerning matters of physiognomy (alfirāsa)". **O* What we have is probably part of the Risāla al-Kāfiya fi **ilm al-

^{35.} This decument has been reproduced by N. Moraus, "Un catátago da los fondos árabas premitivos da El Escoriai", Al-Andaius, 2 (1934), 95-96.

^{36.} D. Cabanelas, El moraco granadino Alonso del Costillo (Granada, 1965).

^{37.} See Garcia Ballester, Medicina, ciencia y minorias marginadas. los moriscos (Granada, 1976).

^{38.} Biblioteca Nacional, Madrid, Ms. n. 7,453.

^{39.} Ibidem, ff. 28r-27v.

^{40.} Ibidem, If. 218r-217v.

About the same date, he made a detailed comparison of the Greek and Arabic texts of Galen's commentaries on the Aphorisms of Hippocrates. The outcome of this labour was a plan for a comparative study of the Arabic translation of this Galenic text (Tafsir Jālinās li-Fuṣūl Buqrāt) which he attributes to "Huhaisch" (Huhaish al-A'sam, the nephew of Hunain) with the Greek collections of the same commentaries. "For I am not unaware that there are no sciences properly so-called which the Arabs have not translated. And translated in such a way that I believe they can help us reconstruct passages from works of Greek literature which have been tampered with". The fundamental reason was the very age of the Arabic manuscripts and their closeness to the original. Unfortunately Clénard was not to carry through his plan. Nor was his scheme put into effect that we know of. And anyway Clénard's interest in Greek or Arabic medicine was not shared by professional medical interests.

The least we can do is to underline the sagacity of Clénard and the interest of his plan, if we think of what Ullmann has to say: "Galen's works are handed down chiefly in late manuscripts of the 15th century. In addition, the somewhat older Greco-Latin translations of Burgundio of Pisa (d.1193), Nicolas of Regium (1280-1350) and Peter of Abano (before 1303) are also significant: they have preserved for us some works of which the originals are lost. In view of this unfavourable state of the transmission, the Arabic versions are of the greatest importance: produced in the 9th century, they are based on Syriac or Greek manuscripts, which are at least six to seven centuries older than those preserved for us. As a result, considerable possibilities arise for the emending and editing of the Greek texts. But most important of all, numerous writings that were lost in the Greek remained preserved in Arabic dress". 24

2. The Arabic Medical Manuscript as a Source of Medical Knowledge

The content of the Arabic medical manuscripts of 16th century Spain was held in high esteem until well into the century. At the same time, direct recourse was had to the manuscript Arabic medical sources for actual medical practice until the last third of the 16th century. The use of the Arabic medical manuscript as something more than a mere historical relic, as a living source of medical lore, characterized the non-academic world of the Morisco minority.

^{31. &}quot;Certe Hubsisch qui Galentin uertit, adeo mihi arrust et sotisfecit ut nihil megia cupiam quem, omnibus omusis, illum conferte cum Galeno". Ibidem. I, pp. 117,49-51

^{32 &}quot;Nam ne ignores, ferme nibil est seriarum disciplinarum quod non traduxerint Arabos, et ita traduxerint, ut putem corum praesidio multa posse in mutilia Graecorum monumentis restitui". Ibidem, I, p. 117, 46-49 (the italica are mine).

^{33.} With respect to the age of the Arabic manuscripts, see the text from Clémard as reproduced in note 30.

^{34.} M. Ullmann, Die Medizin im Islam, pp. 37-38; id. Islamic Medicins (Edinburgh: Univ. P., 1978), pp. 51-52.

an important number of non-medical scientists and aristocrats, who were to play an important role in the more mature humanist movement of the second half of the 16th century, knew Arabic, but the use which they were to make of the Arabic medical manuscripts was of a different kind, as we shall later point out.

3. The third topic arising from the complex relationship of Medical Humanism and Arabic Medical manuscripts in Spain, concerns the potential which these afforded for the recovery of the Greek medical sources themselves. For some Humanists, like Clénard, who knew both Greek and Arabic, became aware of two facts: the greater antiquity of the Arabic manuscripts, and their clear fidelity to the Greek original. Hence it would be possible - and immensely useful - to use them to reconstruct lost works of Hippocrates and Galen, or to round out passages which had been obscured in the handing down of the Greek manuscripts.

Clénard, a pupil of the famous Trilingual College of Louvain and a disciple of Erasmus, came to Spain about 1530 to learn Arabic. Steeped in the Christian Humanism of the disciples of Erasmus, he carried out a comparison of the Greek manuscripts used by Erasmus in specific passages of the Gospels, and the same passages as they had come down in Arabic manuscripts probably from the 7th century. Erasmus' reading of the Gospel fragments, achieved at such cost from the Greek manuscripts alone, could have been done much more easily from the Arabic manuscripts had he been aware of their existence. This was what Clénard told Rutger Rescius - the famous Humanist and printer of Louvain - in 1536 in Evora in the south of Portugal.

Aras Montano, etc.), who used it to understand the Arabic scientific texts. The absence or relative scarcity of the teaching of the Arabic language in the Spanish university in the little century led to a situation where Arabic "is not used nor understood among the securists" around 1580 (see note 61). The second variety was the collequial. Arabic was picked up without any grazimatical foundation or understanding of the language, since Arabic schools were forbidden. This level ruled out access to written Arabic sources.

29. See V. Chauvin and A. Ruersch, Einde sur la vis et les travaux de Nicolas Clénard (Bruxelles Hayes, 1900), p. 23. See also Clénard's letter to Hernando Colon in A. Roersch, L'Humonisme belge à l'époque de la Renaissance Etudes et portraits. 2º série (Louvain Lib. Univ., 1933), pp. 101, 145. Cf. M. Bataillon, Erasmo y Espano, 2nd Spanish edition revised and enlarged. (México F.C. E., 1966), p.414 pussim. Erasmus himself recognises the great influence of the Arabs in Spani. "Signiform in Hispania Sarracence importi mainfesta vestigia licet hodieque cernere, quorum tyrannidem pussa et en regio". P. S. Allen and H. M. Allen, eds., Opus opistolarum Des. Erasmi Roterodami, 12 vols. (Oxford: Clarendon P., 1906-1958), IV. Ep. 1001,79-80.

30. "Nuno convolo ad Euangelia Arabica, de quibus aliquid tibi nutrare libet. Nactus sum codicem descriptum, et versum ab hine annis sexcentis. Hoheo et aliud exemplar ex cadem translatione descriptum. Reperio pleraque omnia sic se haboro, ut hodie legicius ia Gruccorum codicibus, quos serpiutus est Erasmus. Illud Ioam, ult. "Si cum unlo manere", nt illud in Luca: "In terra pax, hominibus bona voluntas", et reliquis quise Erasmus restituit, annia sic habent Arabes." A. Roccich (ed.), Correspondance..., I, pp. 90,68-75.

finished correcting the first chapters when he died suddenly. His unfinished work was published by his medical colleagues of the University of Valencia. Luis Collado and Pedro Jame Esteve 15 Why was his work not carried on? Setting aside the possible reasons of a social order which will be dealt with later, there were factors of an epistemological kind which were giving Galenie humanism a new orientation. The most interesting medical humanists in Valencia, and men who captured the leadership of the academic world, were, among others, his old colleagues Collado and Esteve. Both belonged to the humanist movement in Spanish medical circles which was moving towards a "Galenism based on Hippocrates" which would have nothing to do with even a purified Avicenna. This Galenism, with its undisguised humanist roots, did not question the authority of Galen in pathology, but its distinguishing feature was the reading of Galen from the viewpoint of the Hippocratic corpus, where direct clinical observation predominated (the Epidemics). Hence their commentaries on the Greek classics were based on a wide and profound chuical experience of their own. To this interesting variety of Galenic humanism belonged the most mature work of the professor of Alcala, Francisco Valles (1524-1592), and of Luis Collado (d. 1589) and Pedro Jame Esteve (fl.1551) themselves. This current flourished in Spain between 1560 and 1580." From this point of view the Canon of Avicenna was scarcely capable of arousing much interest, even after sifting with the new methods of medical humanism.

It was no accident that Valencia witnessed the first attempts to translate the Canon using Arabic manuscripts Together with Granada, as we shall see later, it was the region of Spain where the use of Arabic was still kept alive, not only among the population of Muslim origin (the Moriscos)²⁷ but also among the members of the mercantile and academic bourgeoisie,²⁸ Equally

^{25.} Lum Collindo relates them details in a conder's note dated the 23rd March, 1548. Ibidem, f.117. and P J Esteve in an epigram in Greek at the end of the work, Ibidem, f.118

²⁶ Cf. J. M. Lópes Piñero and F. Bujosa, Op. cit., pp. 362-363. There is at yet no single adequate study of this process. Luis Collado and Pedra J. Esteve belonged to the anatomical school of Valencia directly influenced by Vesalio. Cf. J. López Piñoro, "La disección y el saber anatómico en la España de la princra mitad del siglo XVI", Cuodernos de Historia de la Medicina Españolo (Salamanca) 13, (1974) 71. P. J. Esteve had a good knowledge of Arabic. Cf. A. H. Morejón, ep. cit., II, p. 365.

²⁷ We term "Moriscos" those New Christians who were the result of the massive conversion of the Mushim population in the first years of the 16th century, after their conquest by the Christians this population had stayed in the lands of the Spanish Kings. By contrast, those Christians who had always been such, without any conversion either from the Islamic or from the Jewlah faith, were called "Old Christians".

^{28.} Living side by side with the "moriscoe" (in a lord-serf, master-servant, business relationship, etc.) some bourgeois gentlemen were prompted to learn Arabic of a colloquial kind. In a trial before the last third of the 16th century, the wife of Miguel Juan Pascual, professor in the Faculty of Medicine of Valencia, declared that she spoke to the "moriscoe" in Valencia in Arabic, a language which "she understood" (Archivo Histórico Nacional Madrid Inquisición de Valencia, leg. 840).

There were, therefore, two levels of knowledge of the Arabic language current among the "Old Christians". the first was the academic variety characteristic of the humanist scientist (e.g. Clénard.

The high standing of Avicenna was due, in fact, to his mastery of Calen. The last sentence of the eulogy just quoted is a clear reference to the famous work of Galen Quod optimus medicus sit quoque philosophus (the K. fi anna I-jabib al-fādil faylasūf of the Arabs), 10

Ledesma rejected the Latin translation made by Gerard of Cromona in Toledo, which he called "a harbarous translation" Instead, he used the Latin version of Andrea Alpago, which was based directly on the Arabic, while criticizing Alpago's preference for late medieval authors like Gentile da Foligno when it came to the rendering of specific passages. The Scholastic medicine of medieval Christendom still left a great deal to be desired.

Applying the method used by the humanist doctors in their editions of the ancients, Ledesma confronted all Avicenna's quotations from Greek authors with the original Greek: "Every single passage of Avicenna will either be confirmed by reference to the text of Galen from which it was taken, or else, where there is a discrepancy, restored to the original." These differences between the Arabic and Greek quotations from the Greek classic were attributed by Ledesma to defects in the texts used by Avicenna.*

His starting-point was "an ancient manuscript of Avicenna" in Arabic, belonging to himself, whose content was rather different from the published version.²² His experience here was similar to that of Clénard a few years before in Salamanca, as we have seen. In any case it was with this Arabic manuscript that he did his work, with the help of a direct translation made by Alpago a few years before. Alpago himself did not escape his criticism. The work was done in close collaboration with "a colleague who was as expert in the Arabic language as he was in medicine".**

Unfortunately, Ledesma could not complete his work. He had barely

eduo inter cos sio Medicinae partes omnies complexus est. . Nullus sio medicamentorum rationen, copiam, tempora, verietatem tradidit, vi nusquain fere locus postmodum scripturus relictus sit Nullus sio praesagia, causas, tudicin, et medendi artem elucuberatit, vi nullus morbus inistiatur vilus, qui medici vel oculos vel manus illus documentis inistructus quest subterfugere. Automa vero erudite admodure, et singulari ordine vius, et Caleni se vaquequaque facieus interprotom omnes Medici optimi numeros absoluere consturi" lbidom, f. 2-2v (the italica are impa).

- 18. Cf M. Ullmann, Die Medizin im Islam (Leiden, Brill, 1970), p. 38.
- 19. M. J. Ledesma, Op.cit., f. 2v.
- 20. "Item Andreas Bellunensis novus interpres, atque is aliquando Gentilis, sut Nicoli, aut alterius comspiam sententiam vernis acquitur, quam veritatem". Ibidem, 37. 2v-3. Alpugo (d. 1520) translated the Canon from old Arabic manuscripts taken from Damascue, where there was a Venetian consulate. Cf. M.-Th. d'Alverny, "Avicenne et les médecins de Venise", in Mediosco e Renascimento. Studi in onors de Brano Nards (Firenze, 1955), 1,118. M. Ullmann, Op. m., p. 154.
- 21 "Illud tamen non taccho, nullum esse Ameennae locum, quem uel Galem dette, ex quo desamptus est, non confirmamus, vel suordem sontentis, cum ab illo dissentit, antiquemus". J. M. Ledesma Op. cis., f. 2v.
 - 22. Thidami.
 - 23. "uetustissimus poster coden Aucennicus manu scriptus. . longe a unigato dissidens". Ibidem.
- 24. "adde consultum fuisse socium Arabicae linguse non minus quam rei medicae peritum". Ibi-

and that this Corpus is very far from being a systematic and ordered expose of Galenic medicine. The Greek edition of Galen's Opera Omnia was printed in 1525. All of this was perfectly well known to the medical humanists. For example, Luis Collado, a Spanish disciple of Vesalius, had no hesitation in stating in 1546:

Average, known until today as the inverpreter of Calen, has succeeded in making of Galen an easily understood author. 15

And Miguel Jeronimo Ledesma, educated in the Trilingual College of Alcala, one of the most lively centres of Spanish medical humanism, makes Avicenna say to Galen in a piece of historical fiction:

Having found that your writings were very dispersed. I have compiled them all, ob Galen, into a brief methodology. Thus at least, maximuch as I resemble you, shall I be esteemed by learned men. 16

So it is that when men tried to reconstitute true medical science, the writings of the doctors of antiquity, they thought too of Avicenna and his Canon. It is the most useful work which the doctor had at hand. And that was perfectly compatible with the rejection of Arabized Galenism, which for these young doctors – Ledesma and Collado were not much more than twenty years old was no more than an outdated form of sterile scholasticism. As I have said earlier, medical bumanism and the possibility it brought with it of direct contact with the sources of medical knowledge, marked a new frontier, which now included the Canon as well.

It was this which prompted Ledesma to undertake the task of translating the Canon directly from Arabic into Latin. The translation, with its accompanying commentary, was dedicated to Tomas de Villanueva, archbishop of Valencia, a man who belonged to the Reform movement which captivated the keenest minds in early 16th century Europe. In it he made this statement:

You are well aware, Very Reverend Prelate, of the fame of the name of Avicenna in days of old, whose collections and technique sarded for him the title of Prince of Arab Doctors. For none of the latter treated every branch of medicine so completely as be.

And none of them could define a particular medicine so clearly, or deal with so many and with their application, such that there was hardly anything more to be said on the subject. No one analyzed with greater skill the art of prognosis, etiology, diagnosis, cure—such that there is hardly an illness unknown to any doctor brought up on his doctrine. Avicenna is exhaustive, extremely systematic, and stays very close to Golso — in short, he possesses all the requestes of the good doctor.³⁷

^{15 &}quot;Avicentia, Galeria interpres bectemis dictus, Galerium facundissimum enstratorem sit adeptus" in a resiler's note to the work of M. J. Ledesius. Primis Primis Cononis Assessina section. (Valentiae Joan Mey, 1547 () e. 1548)), f. 117v. Cf. A Catalogue of Sixteenth Century Printed Books in the National Library of Medicine. Comp. by R. J. Duchag. (Betbesda, 1976), p. 393

^{17 &}quot;Non est accome Reueroninseme Praesul. Aufcentue nomen olim adeu fuissa celebre, at tum propter compendia, tum propter methodum, medicorum Arabian princeps mentus sit appellari. Nullis

ized Galemam. Their main concern was to expel Avicenna and the Arah authors from the Faculties of Medicine. The Canon – with its whole sequel of scholastic commentaries – became the symbol of backwardness and of attachment to an outdated tradition.¹⁸

2. The second big topic relating to Arabic medical manuscripts in Spain is the whole movement of Medical Humanism itself. Avicenna, whose rejection formed the subject of our previous section, was identified with Arabized Galenism, which had already sufficiently demonstrated its sterility. But there was another possibility at this point in history; the grouping under the umbrella of the classical medical school of not only Hipocrates and Galen. but of Avicenna as well, especially the Canon, just as the medical humanists included the Byzantine compilers like Paulus of Aemna, for example, and even such late authors as Joannes Actuarius.11 One could apply to the Canon itself, with a view to understanding it more fully, the burgeoning science of philology, both Arabic and Greek. From a strictly historical and medical (i.e. clinical and therapeutic) point of view, that is, taking as our standpoint the most lively academic medicine of the first half of the 16th century, we cannot forget what the Canon signified at that juncture. It is well-known that Avicenna, in his Canon, brought the systematization of Greek medical science to its maturity, adapting theory to practice with great skill, and at the same time putting forward a mature, definitive vocabulary of medical terms. This was a big improvement over the hesitations and contradictions of the other Arab authors (ibn Māsawaih, "Alī ibn al-"Abbās al-Majūsī, and Ishāq al-Ista'ili) who had been very popular during the Middle Ages and the 16th century through their Latin versions of the Corpus Constantinum. Seen from the standpoint of the Canon, the whole rich corpus used by medical writers of the Later Middle Ages and the 16th century takes on meaning and form. At the same time, an attentive reading and study of the Canon allowed fruitful access to the immense jungle of Galenie writings, which were abundant-Iv at hand for the medical humanist of the second half of the 15th and first half of the 16th centuries. One should not forget that in 1524 the medical humanists had translated into Latin a quarter of the Corpus Galenianum14

^{12.} We can follow the course of this problem in Spain very well in the history of the Faculty of Medicine of Alcala in 1538 the teachings of Avicanna were questioned openly, and in 1565 the teachings and commentary of Avicanna were abulished completely. Cf V de la Fuonte, Historia de las Universidades, Colegios y demás establecimientos de ensenante en España. 4 vols. (Madrid, 1884-1889) il., c. 40; L. Alonso Muñoyezro, La Facultad de Medicina en la Universidad de Alcalá de Henores (Madrid, 1945).

^{13.} The friend of Erasmus, Withelm Kopp (Copus) published, in 1510, the version of the Epitome by Pablo de Egina, Ambrogio Leone, who was also a friend of Erasmus, "was to publish in 1519 a translation of the Bysantine physician Joannes Actuarius" De urinis" Cf. R. Durling, "Linacre and Medical Humaniam", pp. 81,103.

^{14.} R. Durling, Ibidon, p.77.

could read the Arabic sources in the original. This was true, for example, of the Jewish-convert doctors, Alvaro de Castro (fl.1526) and his contemporary Diego Sobrino. The former had a good knowledge of Greek, Hebrew, and Arabic, and the latter of only Hebrew and Arabic. Both lived in Toledo in the first third of the 16th century. Their medical writing is still in manuscript, It was written in Latin (Alvaro de Castro) and in Castilian (Diego Gómez de Castro), and the medical authorities on whom they rely are specifically: Yuhannă ibn Măsawaib, al-Răzi. Ishâq al-Isra'ili, Ibn Sină, etc. Diego Gómez de Castro even gave his work in Castilian the title La conclutiva, a literal translation of the title of the main work of ibn Rushd, the K. al-Kullivvat. The work of these writers of Toledo stands out as a final offshoot of the brilliant medical tradition cultivated among the Jewish community of Toledo. One should not forget that in the Jewish communities of Venice and Rome Arabic was used as a living language for the transmission of medical lore during the first half of the 16th century,10 and that during this period Arabic still kept its rank as a scientific language among the Italian medical school itself.11

To return to Spain, the doctors of Salamanca - who knew little or no Arabic and those of Toledo - who knew a great deal - were steeped in an "Arabized Galenism" faithful to a medieval tradition which plainly had no historical future. But that is another question. They were set apart by a whole world of concepts and methodology from those who have been called "medical humanists", the world to which Nicolas Clénard belonged. As it happened, humanistic Galenism offered itself as a new possibility in the blind alley where medical pathology found itself in the Spanish universities towards the end of the first third of the 16th century. The medical humanists were Galenists, inbred with a Galenism formed by direct contact with the writings of the Hippocratic school and of Galen. They were the most bitter enemies of Arab-

^{9.} J. M. Millás Vallicrosa, "La obra médica de la familia toledana de las Castro", in Estudias sobra historia de la riencia espanola (Barcelona C. S. J. C., 1949), pp. 443-454; A. Heroández Morejón, Historia bibliográfica de la medicina supanola. Vol. II. (Madrid 1843), pp. 214-216. (Repr. by Johnson Curp., New York, 1967). J. Gumez-Menor, "Los manuscrites médicos de los muestros toledanos Alvaro de Castro y Diego Sobrino", Cuadernos de Historia de la Medicina Espanola (Salamanca), 13 (1974), 15-50.

^{10.} Clénard, when he discusses the Jawish doctors in Venice says: "Medicos quoedum inter Iudaeou nersari, qui lectitarent Aucennam natius lingua". A Roersch (ed.) Op cu., I, p.208, 70-71. The Spanish Jew Jecoli Mantino (c. 1490-1550), here in Tarragona (Spain), translated into Latin from the Hebrew and Arabic languages various works, when in Italy Re begon a direct translation of the Canon by Avicenta from Arabic anto Iatin. His death interrupted this work Cf. J. M. Löper Piñero and F. Bujaso, "Tradicion y renovación de los saberes medicos en la España del siglo XVI", Medicina Española (Valencia), 77 (1978), 355-366, M. Steinschnenler, Die grabischen Übersetzungen aus dem Grunhachen (Craz Ak Dr., 1960), A Hernández Morejón, Op.cd., I, p.98.

¹¹ Bastolorico bustachi (c.1500-1516 to 1574), who lived in Rome, understood the Arabic language well, and it is said that he made his own translations of Avicenna, Cf. C. D. O'Malley, in Dictionary of Scientific Biography, C. C. Gillispio (ed.), IV, p. 486.

But they know no more of the (Arabic) grammar than do the sailors of Zeeland, or a coach driver.

An adequate understanding of the classical Arab medical writers could not come from the Latin translations then current. All of the latter derived from the Corpus of Constantine or the Toledo School (Gerard of Cremona, Mark of Toledo, and the like), which were riddled with mistakes and absurdities. Justifying his reasons for learning Arabic in Fez (Morocco), Clénard had this to say: "The teaching of the Greek and Hebrew tongues is current in the Christian world. I would like to add Arabic to the list. We use Avicenua, Averroes, and many other such, who were not rendered into Latin as faithfully as they should have been. Knowing Arabic properly, we could understand these writers all the better."."

The consultation of these Arabic sources in the original led not only to a better understanding of the content, but also to a greater precision and enrichment of medical knowledge itself.

"Last February", wrote Clenard on 8 July 1537, "I met a doctor who belonged to the school of Galen, proficient in Greek and Latin, who was ready to set off for Coimbra to give classes on Avicenna there. Following my advice he started to learn Arabic. . . He had barely had 30 hours of instruction from me, from a commentary of Book III of Avicenna's Canon, and we had just reached a certain stage in the anatomy of the brain, when he candidly admitted to me that in this short session with Arabic, he had learned more than in six months of contact with Greek".

Spain's "Arabized Galenism" involved little more than a scholastic commentary on Avicenna's Canon in its medieval Latin version. This text is often incomprehensible, compared with its Arabic original. These Galenists were incapable of reformulating their view of Avicenna from a direct contact with Avicenna himself.

Alongside these doctors of medicine, who belonged to the school of "Arabized Galenism", there were also those with a good knowledge of Arabic who

- 6. "Quod bactenus nemo extiterit (in Salamanes), qui linguam Arabicam sic tenerat, itt sam docere posset. Siquidem non desunt medici, qui Avicennam, et alios Arabics lectitent, verum de Grammatica nihil norunt, non magis quam mantae Zelandici, nut mostri nurigae Cumpinienses". A. Rocesch (ed.), Correspondence de Nicolae Clénard. 3 vols., (Bruxelles, 1940-41), 1, pp. 116-117, 29-33.
- 7. "Est, impuo, apud Christianos solemue docere Graccas et Hebraess literas, colo adicere Arabicas: nam est apud nos Aucoma, est Aucruos, et multi item auctores, non sette fideliter cers in Lutinum. Quod si calleremas linguam Arabicam, rectios istos acetores perelperamas". Ibidem. I. pp. 185, 100-104
- 6. "Februario superiore, medicus quidam Galeni sectator, Grasce Latineque doctus, cum putareturiums Conimbricam, et enarcaturus Aucennam, meo auasu coepit Arabicara, cumrani. Ill libri Candons. Est sem aliquo usque progressi eramus su Anatomia cerchri, uixdum triginta horas illi dederam, cum ingenus fateretur, se plus tantillo tempore narctum esse audicii su Arabicis, quam olim su Grascis sex solidis mensibus". Ibidem. 1, pp. 117, 34-42.

tury with the appearance and increasing sway of the so-called "medical humanist" movement.4

The circulation and use of medical manuscripts in Arabic in 16th century Spain reflected forces which were partly the same as and partly very different from those operating in earlier centuries.

This paper falls into three parts: (1) Arabic medical literature and medical humanism, (2) Arab medical manuscripts as a source of medical knowledge, (3) factors which impeded or slowed down the circulation of these manuscripts.

1. Arabic Medical Literature and Medical Humanism

Within the overall movement of medical humanism⁶ in 16th century Spain, three broad topics stand out in connection with medical manuscripts in Arabic;

- 1. The direct access which the Arab tongue gave to the manuscripts circulating in early 16th century Spain and Portugal, which constituted the repository of the writings of the classical Arab medical school. These writings still constituted the core of medical pathology as it was practised and taught in the Faculties of Medicine. Arabized Galenism dominated the Medical Faculties in Spain during the first third of the 16th century, and it might have been expected that these doctors would profit from the study of Arabic as a way of understanding better the Arab writers, particularly Avicenna. In 1537 Clénard was to write from Salamanca: "To date I have not been able to find a single person who knows Arabic well enough to teach through it. No doubt there are enough doctors able to read Avicenna and the other Arab doctors.
- 4. For the whole of this process in the Spanish world, see Garcia Ballester, Historia social ds la medicine..., pp. 59-97. With respect to the ideological factors of change in European Latin medicine, which, indirectly play a part in the problematic which is here posed, see O. Temkin, Galenism. Rise and Decline of a Medical Philosophy (Ithaca: Cornell U.P., 1973), pp. 125 ff.

5. We understand by "medical humanism" the complex movement, which, from the end of the 15th century (c.1484), attempted to retrieve the ancient medical writings (Hippocrates, Galen, even Byzantine compilers) by applying to them the newborn science of philology. The result was editions which were philologically purged, and direct Latin translations from the criginal language, free from the mistukes contained in the mediaceval translations, which were classified as "barbarie".

We sustain the concept of "medical humanism" out of pure prognatism and for lack of any better. At the present, a grawing need is felt for an adequate study of this complex movement, which goes under the generic label of "humanism", "product of historical realism, i. e., of an attempt to penetrate into the essence of an age", as well as of the misleading concept of "renaissance". For a view of periodization in history, see D. Gerhard, in Dictionary of the History of Ideas, Ph. P. Wiener ed., (New York: C. Scribner's Sons), III, pp 476-482. R. Durling points to the necessity for a study of the concept of "medical humanism", in "Linacre and Medical Humanism" in Linacre Studies. Essays on the Life and Work of Thomas Linacre, c.1460-1524. F. Medisson, M. Pelling and C. Webster, eds., (Oxford: Carendon P., 1977), p. 77. As regards Spanish medicine and science in the 16th century, see J. M. Lôpes Pinero, Ciencia y Técnica en la Sociedad espanola de los sigles XVI y XVII (Barcelona; Labor, 1979).

The Circulation and Use of Medical Manuscripts in Arabic in 16th Century Spain

LUIS GARGIA-BALLESTER*

ONE OF THE CHARACTERISTIC FEATURES of Spain during the 16th century was the important Arabic-speaking population which lived shoulder to shoulder - sometimes peacefully, sometimes not - with a majority whose language was not Arabic. Both groups (the Christian majority and the minorities of Muslim or Jewish origin) formed very distinct cultural communities, especially the Muslims or those of Muslim origin.1 Theoretically, at least, the number of medical manuscripts in Arabic which must have existed in 16th century Spain should have been considerable. Elsewhere I have studied the reasons for the survival of the medical manuscripts in Arabic during the 14th and 15th centuries in the Christian zones of Spain.2 The reasons were basically of a social order, and closely linked to the fate suffered by the Muslim and Jewish minorities. Members of both communities were the main users and keepers of medical works in Arabic, and they served as a bridge with the Christian doctors who also had recourse to them.3 The gradual decline in importance of the Arabic medical manuscripts, already visible in the 14th and 15th centuries, must be attributed not only to the declining importance of the Jewish and Muslim minorities themselves, but also to the prestige which the Christian scholastic university was winning over the intellectual leaders of the minority. For the university was capable of generating a great output of medical literature, and of establishing a mature Greco-Latin medical terminology. This movement was taking shape from the last third of the 15th cen-

^{*} Departemento de Historia de la Medicina, Facultad de Medicina, Granada, Spain.

^{1.} A. Domingues Ortis and B. Vincent, Historia de los moriscos. Vida y tragedia de una minoria (Madrid: Revista de Occidente, 1978); L. Garcia Ballester, Medicina, ciencia y minorius marginadas: los moriscos (Granada, Universidad: Secretariado de Publicaciones, 1976); Id. "The Minority of Morisco Physicians in the Spain of the 16th Century and Their Conflicts in a Dominant Christian Society". Sudhoffs Archiv, 60 (1976), 109-234.

I., Garcia Bellester, Historia social de la medicina en la Espana de los siglos XIII al XVI (Madrid: Akal, 1976), pp. 31-75.

^{3.} An example of the bilingualism (Arabic-Latin) of the people who used the medical manuscripts written in Arabic in Christian Spain can be seen in the manuscript corresponding to K. Jāmis asrār al-jibb by Abu al-CAll' Zuhr b. "Ahd al-Malik, Ibn Zuhr al-Ishbili (Paris, B. N. Or. 2960, f. 19Iv), dated Barcelona in the writing used in the 14th to 15th centuries, Cf. K. Girón, La medicina práctica en la Espana musulmana del siglo XII. Ed. crítica y traducción del K. al-Jāmis (Granada: Faculty of Medicine, 1972). Ph.D. thesis.

Journal for the History of Arabic Science

Editors

AHMAD Y. AL-HASSAN

Assistant Editor

Editorial Board

AHMAD Y. AL-HASSAN University of Alappo, Syria DONALD HILL

DONALD HILL London, U. K. ROSHDI RASHED

G.N.R.S., Paris, Franco

SAMI K. HAMARNEH Smithsonion Institution, Washington, USA

E. S. KENNEDY Institute for the History of Archic Science, Aleppa

A. 1. SABRA Harvard University, USA

AHMAD E. SAIDAN University of Jordan, Amman

Advisory Board

SALAH AHMAD University of Damaseus, Syria

MOHAMMAD ASIMOV Tajik Academy of Science and Technology, USSR

PETER BACHMANN Orient-Institut der Deutschen Morgenlaundischen Gesellschaft, Beirut, Lebanan ABDUL-KARIM CHEHADE University of Aleppo, Syria

TOUFIC FAHD University of Strasbourg, France

WILLY BARTNER University of Frankfurt, W. Germany

ALBERT Z. ISKANDAR Wellcome Institute for the History of Medicine, London, U.K.

JOHN MURDOCH Harvard University, USA

RAINER NABIELEK Institut für Geschichte der Medizin der Humboldt Universität, Berlin, DDR

SEYYED HOSSEIN NASR Imperial Iranian Academy of Philosophy, Tehran, Iran

DAVID PINGREE Brown University, Rhode Island, USA

FUAT SEZGIN University of Frankfust, W. Germany

RENE TATON Union Internationale d'Histoire et de Philosophie des Sciences, Paris, France

JUAN VERNET GINES University of Barcelona, Spain

JOURNAL FOR THE HISTORY OF ARABIC SCIENCE

Published bi-annually, Spring and Fall, by the Institute for the Ristory of Arabic Science (IHAS).

Manuscripts and all editorial material should be sent in duplicate to the Institute for the

History of Arabic Science (IIIAS), University of Aleppo, Aleppo, Syria.

All other correspondence concerning subscription, advertising and business matters should also be addressed to the Institute (IHAS). Make checks payable to the Syrian Society for the History of Science.

ANNUAL SUBSCRIPTION RATES:

| Volumes 1 & 2 (1977 & 1978) | Registered surface mail | \$ 6.00 | Registered sir mail | \$10.00 | Volume 3 (1979) | Registered surface mail (all countries) | \$10.00 | Registered surface mail (all countries) | \$10.00 | Registered air mail: | Arab World & Europe | \$12.00 | Arsia & Africa | \$15.00 | USA, Canada & Austraija: | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$17.00 | \$1

Copyright, 1978, by the Institute for the History of Arabic Science.

Printed in Syria Aleppo University Press